

ANNEXE 8A

Données et hypothèses de la modélisation de la qualité de l'air

Projet Simandou Rio Tinto

Rio Tinto Simfer

Immeuble Camayenne

Corniche Nord, Commune de Dixinn

BP 848, Conakry, République de Guinée

Données et hypothèses de modélisation de la qualité de l'air

I0016-6370-H-REP-00016

APPROBATIONS			
NUMÉRO DU DOCUMENT :		I0016-6370-H-REP-00016	
RÉVISION : 0		STATUT : Publié en tant que rapport final	
STATUT :	Nom	Poste	Signature
Émetteur	Roberto Oliveros	Ingénieur en chef/Scientifique I	
Examineur	Edgardo Enriquez Richard Cook	Ingénieur de projet/ Scientifique II Directeur de projet	
Approuvé			

Historique des révisions					
Rév	Date	Commentaires	Émetteur	Examineur	Approuvé
0	juin 2023				

TABLE DES MATIERES

Table des matières	i
1 Introduction	1
2 Données météorologiques de référence pour la modélisation de la dispersion atmosphérique	2
2.1 Météorologie.....	2
2.1.1 Informations sur les données météorologiques.....	2
2.1.2 Résumé des données de référence	3
2.1.3 Variables météorologiques	3
2.2 Qualité de l'air	16
3 Méthodologie pour le calcul des émissions atmosphériques	17
4 Activités d'inventaire des émissions	18
5 Mesures de contrôle.....	19
6 Facteurs d'émission.....	20
6.1 Forage et dynamitage.....	23
6.2 Travaux de terrassement à l'aide de tracteurs à chenilles (bulldozer).....	23
6.3 Travaux de terrassement à l'aide de niveleuses (nivellement)	23
6.4 Consommation de carburant des machines lourdes	24
6.5 Chargement et déchargement	24
6.6 Transport de matériaux	25
6.7 Consommation de carburant par véhicule	25
6.8 Concassage des matériaux	25
6.9 Transfert des matériaux	26
6.10 Circulation des véhicules et consommation de carburant	26
6.11 Générateurs électriques.....	26
6.12 Érosion éolienne.....	27
6.13 Chemins de fer.....	27
6.14 Incinérateur à déchets.....	27
7 Résultats	28
8 Conclusions	34
9 Références	35

TABLEAUX

Tableau 2.1	Informations sur les stations virtuelles utilisées.....	2
Tableau 2.2	Mesures de référence des contaminants atmosphériques	16
Tableau 6.1	Résumé des facteurs d'émission de particules	21
Tableau 6.2	Type de machines lourdes pour les étapes de construction et d'exploitation	24
Tableau 6.3	Valeur du facteur f pour les émissions des locomotives.....	27
Tableau 6.4	Facteurs d'émission pour les incinérateurs de déchets	27

FIGURES

Figure 2.1	Série chronologique des températures quotidiennes moyennes.....	4
Figure 2.2	Variation mensuelle de la température	5
Figure 2.3	Variation horaire de la température	5
Figure 2.4	Précipitations cumulées journalières.....	6
Figure 2.5	Précipitations cumulées moyennes mensuelles	7
Figure 2.6	Variabilité mensuelle de l'humidité relative	8
Figure 2.7	Roses des vents par saison pour la période 2017-2021	10
Figure 2.8	Variation saisonnière de la vitesse et de la direction du vent pour la période 2017-2021	11
Figure 2.9	Variation mensuelle de la vitesse du vent pour la période 2017-2021	12
Figure 2.10	Roses des vents par période (jour et nuit) pour la période 2017-2021	13
Figure 2.11	Rayonnement solaire horaire moyen	14
Figure 2.12	Variation mensuelle du rayonnement solaire.....	15
Figure 7.1	Résumé des émissions de particules dans l'air	28
Figure 7.2	Résumé des émissions de gaz dans l'air.....	29
Figure 7.3	Émissions résiduelles par activité pour les années 2023 et 2024 (étape 0)	30
Figure 7.4	Émissions résiduelles par activité pour l'année 2025 (étape 1).....	31
Figure 7.5	Émissions résiduelles par activité pour les années 2026 et 2027 (étape 2)	32
Figure 7.6	Émissions résiduelles par activité pour les années 2028 et 2029 (étape 3)	33

APPENDICES

Appendice A	Tableaux d'inventaire des émissions pour le projet Simandou
Appendice B	Paramétrisations utilisées dans le modèle WRF

ABREVIATIONS

Le projet.....	Rio Tinto à Simandou
MDA.....	Modélisation de la dispersion atmosphérique
CO	Monoxyde de carbone
FE	Facteurs d'émission
AEE.....	Agence européenne pour l'environnement
EIES	Évaluation de l'impact environnemental et social
ZCIT	Zone de convergence intertropicale
M.....	Taux d'humidité
NCEP	National Center for Environmental Prediction (États-Unis)
NO _x	Oxydes d'azote
PM	Particules
SO ₂	Dioxyde de soufre
U	Vitesse moyenne du vent
UKMO	Bureau météorologique du Royaume-Uni
WD	Décharge de stériles
WRF	Weather Research and Forecast
WRSF	Installations de stockage de déchets rocheux

1 Introduction

Knight Piésold a préparé l'inventaire des émissions dans le cadre de l'Évaluation de l'impact environnemental et social (EIES) du projet Rio Tinto Simandou (le Projet), situé dans le sud-est de la Guinée. Cette mine de fer à ciel ouvert comprendra des éléments miniers tels que deux puits (Ouéléba et Pic de Fon), des installations de stockage des stériles (WRSF), un dépôt de tout-venant, des concasseurs primaire et secondaire, des bandes transporteuses, une pile de stockage où sera entreposé le minerai grossier (minerai concassé), des camps miniers, une route de transport, une gare et un tronçon ferroviaire qui permettra de transporter le minerai grossier, ainsi que des routes d'accès internes. La capacité maximale de traitement du minerai est de 110 millions de tonnes par an.

Ce rapport comprend une description de la base de référence météorologique utilisée dans le cadre de la modélisation de la dispersion atmosphérique (ADM) et les données renseignant l'ADM. Les données météorologiques de référence fournissent une description des conditions sur le site de la mine, notamment la température de l'air, les précipitations, l'humidité relative, le vent et le rayonnement solaire. L'inventaire des émissions de particules et de gaz a été préparé pour les activités de construction et d'exploitation du Projet, en tenant compte des 7 premières années de la durée de vie de la mine pour l'exploitation de la fosse de Ouéléba et des capacités maximales de traitement du minerai de 60 Mtpa. Les principales activités identifiées sont les suivantes : (i) le forage et le dynamitage, (ii) le terrassement (bulldozers et niveleuses), (iii) la combustion de machines lourdes et de véhicules légers, (iv) le chargement et le déchargement de matériaux, (v) le transport de matériaux, (vi) le concassage primaire et secondaire, (vii) le transfert de matériaux, (viii) la production d'électricité avec des générateurs diesel, (ix) l'érosion éolienne, (x) la consommation de carburant pour les trains, et (xi) l'incinération des déchets. Les émissions ont été calculées à l'aide de facteurs d'émission établis par des organisations internationales (par exemple *United States Environmental Protection Agency - US EPA AP42 (1995)*, *National Pollutant Inventory of Australian Government - NPI*, *Mineral Handling and Processing Industries of Mohave desert - MDAQMD*, *European Environment Agency guide for emissions inventory (EEA, 2019)*, *Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques - MDDELCC*).

Les années 2023 et 2024 correspondent à la phase 0, au cours de laquelle seront réalisées les activités liées au décapage préliminaire et à la construction, tandis qu'à partir de 2025, la fosse de Ouéléba sera développée par phases. Les polluants qui seront émis dans l'atmosphère par les activités développées dans le cadre du projet Simandou comprennent les particules totales (PM), les particules de moins de 10 microns (PM_{10}) et les particules de moins de 2,5 microns ($PM_{2,5}$), ainsi que des gaz tels que le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO_x) et le dioxyde de soufre (SO_2). Les sources d'émission identifiées ont été classées en fonction de leur type : zone, volume, voie de passage et point. Il convient de noter que les concentrations de particules en suspension dans l'air, principalement la fraction grossière inférieure à 10 μm (PM_{10}), sont principalement générées par les activités mécaniques associées à l'exploitation minière à ciel ouvert (US EPA 1998; NPI 2012). Les particules fines inférieures à 2,5 μm ($PM_{2,5}$) proviennent principalement de la combustion et, dans une moindre mesure, d'activités mécaniques (US EPA 1998; NPI 2008).

Les sections suivantes décrivent la méthodologie, les activités incluses dans l'inventaire des émissions, les facteurs d'émission utilisés, les résultats et les conclusions de l'étude. Les tableaux de calcul de l'inventaire des émissions par activité sont présentés à l'appendice A ; et l'appendice B présente les paramétrages utilisés dans le modèle WRF.

2 Données météorologiques de référence pour la modélisation de la dispersion atmosphérique

2.1 Météorologie

Cette section présente une évaluation des conditions météorologiques sur le site de la mine. L'évaluation a été réalisée à l'aide d'informations simulées à partir du modèle de prévision météorologique Weather Research and Forecast (WRF), conçu pour simuler ou prévoir la circulation atmosphérique à méso-échelle et régionale à l'aide d'analyses objectives de modèles globaux (Lakes Environmental, 2023) ; Ces modèles sont conservés par des centres météorologiques nationaux ou des agences fédérales comme le United Kingdom Meteorological Office (UKMO) ou le National Center for Environmental Prediction (NCEP) aux États-Unis.

Des informations ont été extraites à plusieurs points d'intérêt dans la mine pour caractériser les variables météorologiques impliquées dans le processus de modélisation des polluants atmosphériques, qui sont : la température de l'air, les précipitations, l'humidité relative, le vent et le rayonnement solaire. Toutes les données météorologiques ont été traitées à l'aide du langage de programmation R. En outre, les données ont été comparées aux informations climatiques locales de référence pour le projet (annexe 9A : Données climatiques locales de référence ; SRK, 2022).

2.1.1 Informations sur les données météorologiques

Les informations extraites du WRF ont été analysées pour cinq emplacements différents autour du Projet, appelés « stations virtuelles ». Ces stations disposent d'informations horaires pour la période allant de janvier 2017 à décembre 2021, et leurs données sont détaillées dans le tableau 2.1. En outre, les détails et la paramétrisation utilisés dans le modèle WRF sont présentés à l'appendice B.

Tableau 2.1 Informations sur les stations virtuelles utilisées

No	Nom	Description	Coordonnées UTM (1) (zone 29 Nord)		Altitude (en m au-dessus du niveau de la mer)	Variables météorologiques	Période
			Est	Nord			
1	MET_OULEBA	Situé à Fosse Ouéléba	512479	956823	1131	La température de l'air, les précipitations, l'humidité relative, le vent, le rayonnement solaire, etc.	2017 à 2021
2	MET_WD1	Situé dans WRSF1	513876	959370	761		
3	MET_NIOSO	Situé dans le village de Nionsomoridou	517891	964022	676		
4	MET_PIC_D_FON	Situé à Fosse de Pic de Fon	511709	938035	1175		
5	MET_ROAD :	Situé près de la route de transport principale, à la sortie de l'installation minière	514220	947754	777		

REMARQUES :

1. Mercator transverse universel.

2.1.2 Résumé des données de référence

Selon l'étude de référence sur le climat local préparée par SRK (2022), le climat de la région où se situe le Projet est tropical, humide et saisonnier. L'étude de référence a permis d'identifier les éléments suivants qui influencent le climat de la région :

- la mousson d'Afrique occidentale, qui domine la répartition spatiale des précipitations dans la région.
- La chaîne de montagnes du Simandou, qui modifie la répartition régionale des précipitations, de la température et d'autres variables météorologiques.
- La zone de convergence intertropicale (ZCIT), qui est un système synoptique tropical modifiant le régime des précipitations. Sa localisation et son déplacement sont influencés par la variation saisonnière de la zone de rayonnement et de réchauffement maximum, en direction du nord de janvier à juillet et en direction du sud d'août à décembre.
- Le changement dans la répartition saisonnière des systèmes de haute pression subtropicaux au-dessus du désert du Sahara et de l'océan Atlantique Sud.

En outre, le document de référence de SRK (2022) définit la saison des pluies comme s'étendant sur environ 8 mois, de mars à octobre, et la saison sèche comme s'étendant de novembre à février. Bien qu'il y ait une distinction claire entre les saisons, des précipitations peuvent se produire pendant la saison sèche lorsqu'il y a des incursions d'air humide en provenance du sud. Environ 90 à 95 % des précipitations ont lieu pendant la saison des pluies.

En ce qui concerne la température, les températures les plus élevées sont enregistrées au cours des premiers mois de l'année ; les températures les plus basses sont enregistrées au milieu de l'année. C'est au milieu de l'année que le rayonnement solaire incident est le plus important (SRK, 2022). Cela est dû à l'augmentation de la couverture nuageuse dans la région.

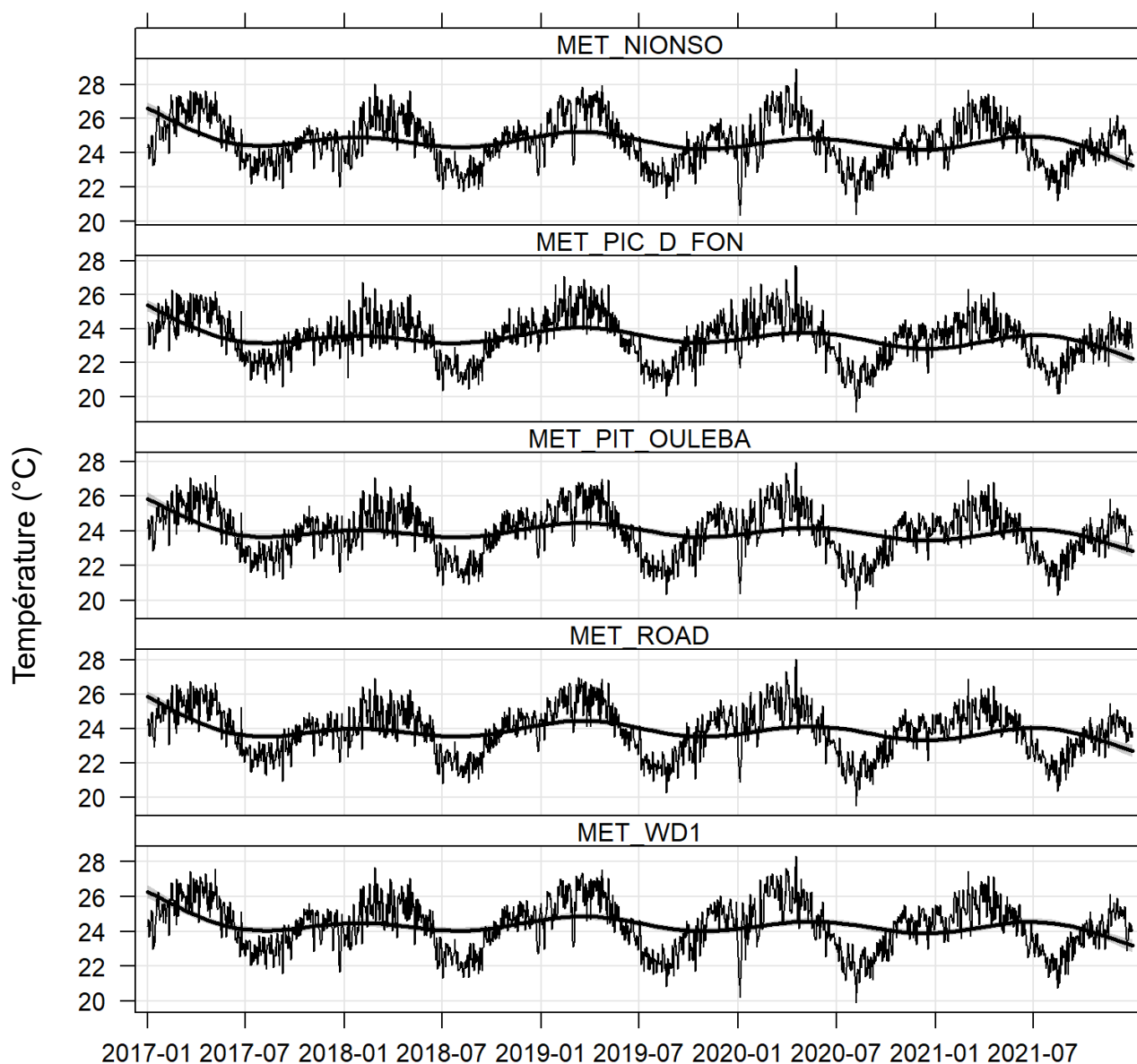
2.1.3 Variables météorologiques

Température de l'air

La figure 2.1 montre la série chronologique de la température quotidienne moyenne, qui a un comportement saisonnier et se répète de manière similaire chaque année ; les températures les plus basses sont relevées en juin, juillet et août (c'est-à-dire au milieu de l'année), tandis que les températures les plus élevées sont observées entre janvier et mars (c'est-à-dire au début de l'année) (voir la figure 2.2). Cela est dû à la présence plus importante de nuages dans la région en juin, juillet et août.

La variation horaire de la température est présentée dans la figure 2.3, qui montre le comportement attendu pour cette variable, avec des valeurs basses à 6 h 00, dans toutes les stations virtuelles évaluées, et une moyenne d'environ 19,1 °C. Les températures maximales se situent entre 15 et 16 heures, avec une valeur moyenne de 30,3 °C.

Toutes les stations ont enregistré des valeurs de température similaires, ce qui est dû au fait qu'elles sont situées à une altitude similaire et relativement proches les unes des autres. En outre, comme elles ne sont pas situées sur des caractéristiques topographiques très prononcées, on ne s'attend pas à une grande variabilité pour cette variable.



REMARQUES :

1. MET_NIOSO : situé dans le village de Nionsomoridou.
2. MET_PIC_D_FON : situé à la fosse Pic de Fon.
3. MET_PIT_OULEBA : situé à la fosse Ouéléba.
4. MET_ROAD : situé près de la route de transport principale, à la sortie de l'installation minière.
5. MET_WD1 : situé à WRSF1.

Figure 2.1 Série chronologique des températures quotidiennes moyennes

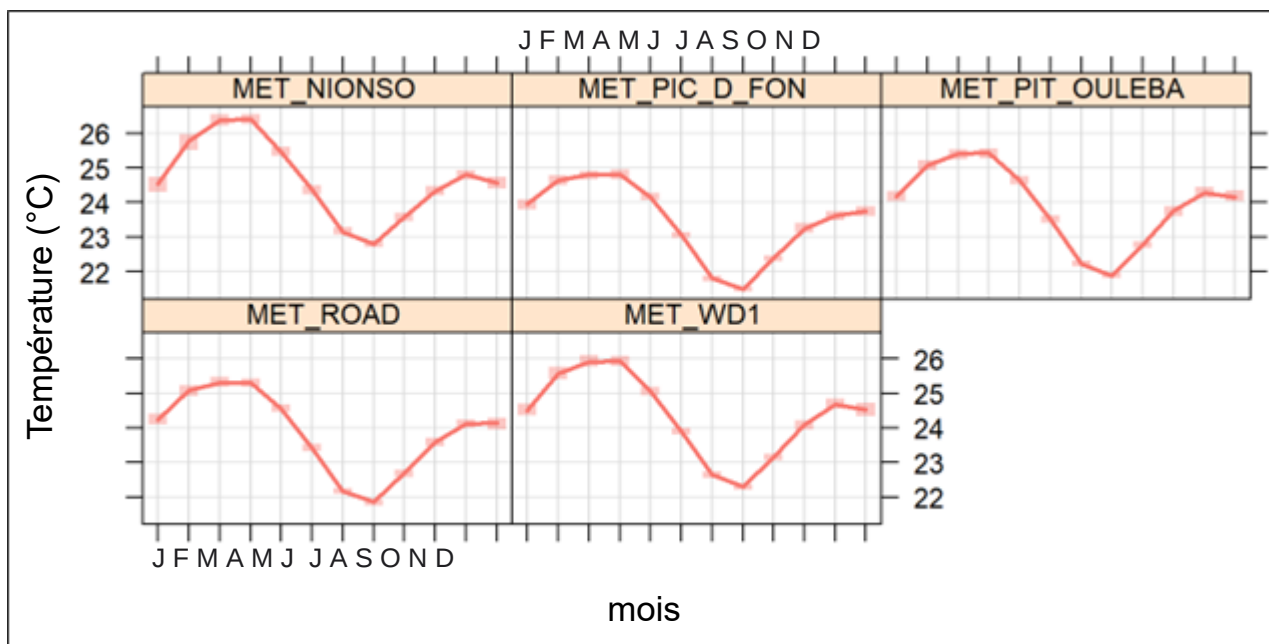
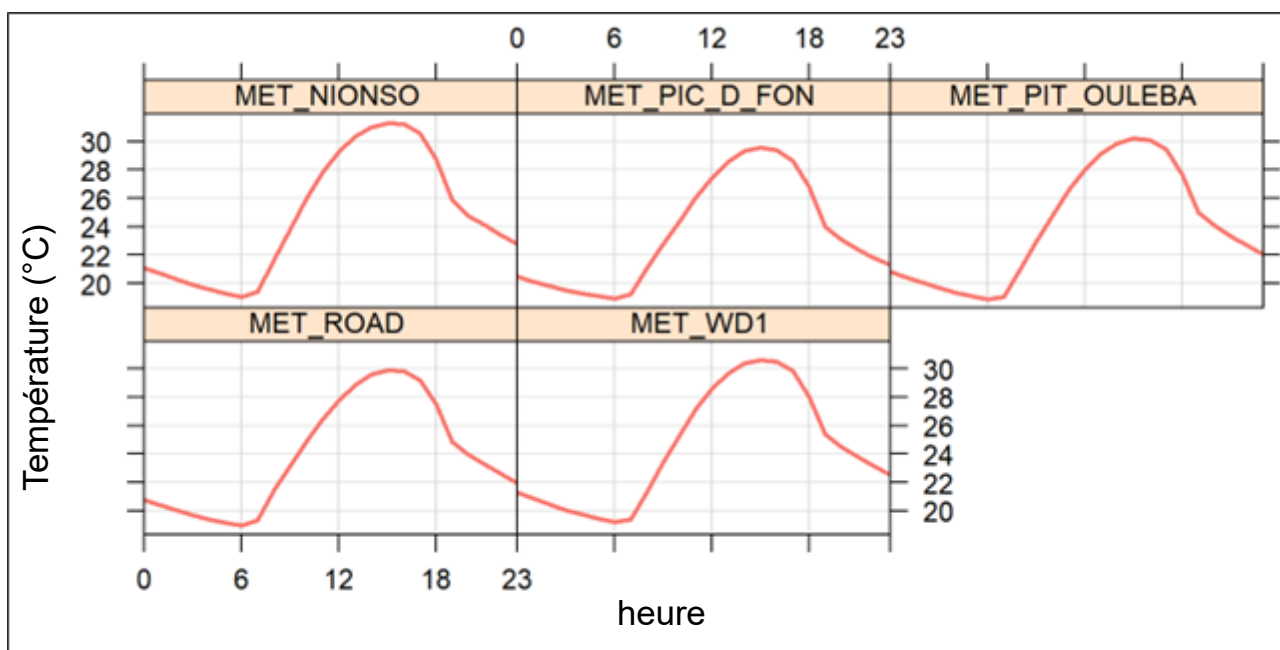


Figure 2.2 Variation mensuelle de la température



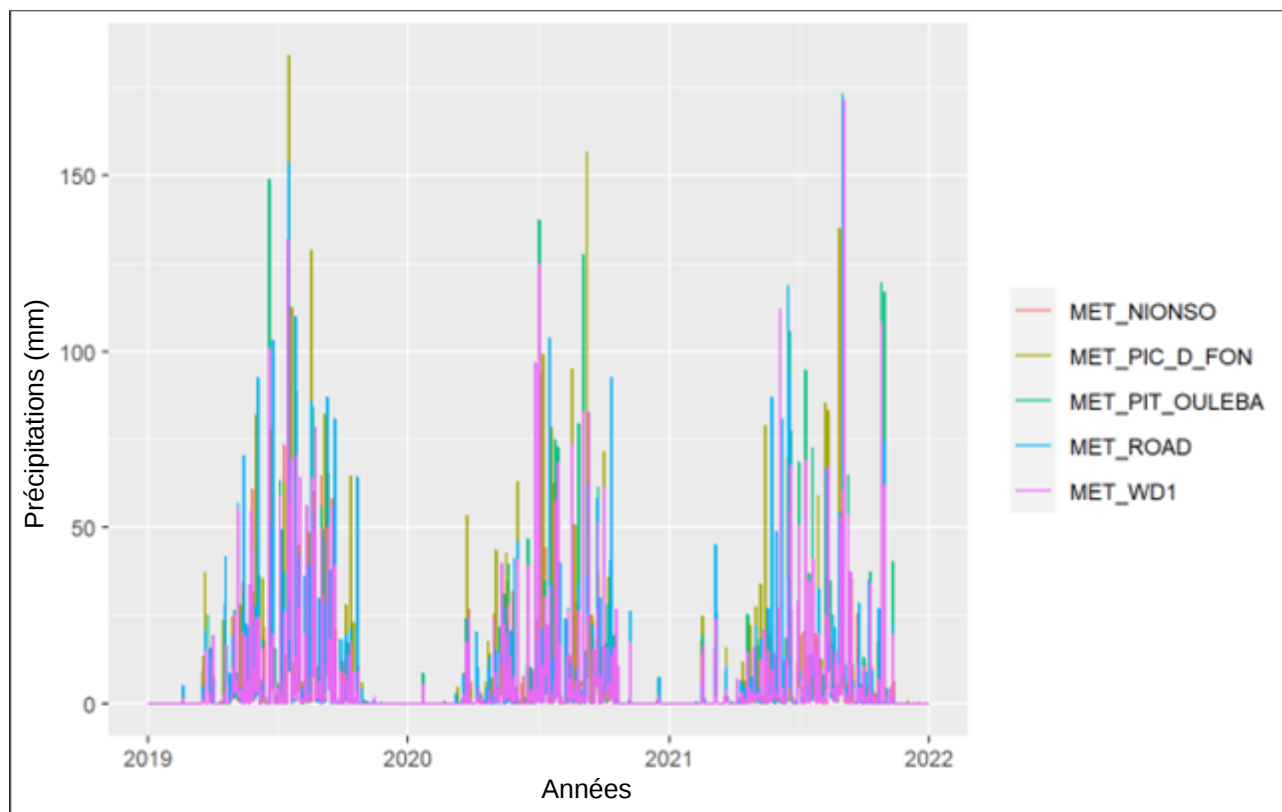
REMARQUES :

1. MET_NIOSO : situé dans le village de Nionsomoridou.
2. MET_PIC_D_FON : situé à la fosse Pic de Fon.
3. MET_PIT_OULEBA : situé à la fosse Ouléba.
4. MET_ROAD : situé près de la route de transport principale, à la sortie de l'installation minière.
5. MET_WD1 : situé à WRSF1.

Figure 2.3 Variation horaire de la température

Précipitations

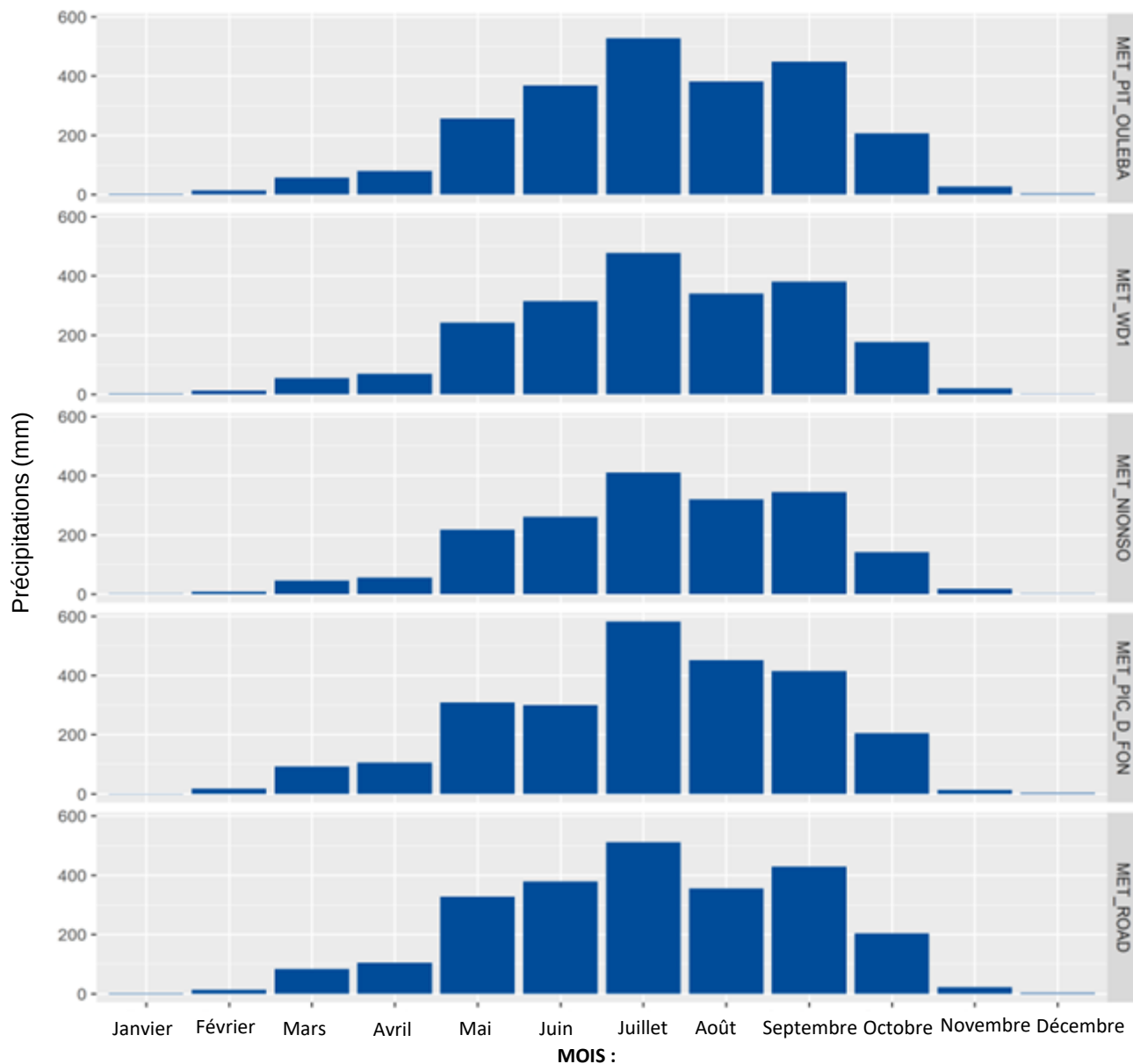
Les précipitations cumulées journalières aux stations virtuelles évaluées sont présentées dans la figure 2.4, tandis que les précipitations cumulées moyennes mensuelles sont présentées dans la figure 2.5, toutes deux pour la période allant de janvier 2017 à décembre 2021. On constate une différence marquée entre la saison des pluies et l'autre saison sans précipitations, ce qui est représentatif d'un climat de mousson (Laing et Evans, 2016). Les précipitations les plus importantes ont lieu de mars à octobre, avec des valeurs cumulées mensuelles allant de 50 mm à 200 mm ; les précipitations mensuelles cumulées les plus faibles, allant de 1 mm à 20 mm, se produisent de novembre à février.



REMARQUES :

1. MET_NIOSO : situé dans le village de Nionsomoridou.
2. MET_PIC_D_FON : situé à la fosse Pic de Fon.
3. MET_PIT_OULEBA : situé à la fosse Ouéléba.
4. MET_ROAD : situé près de la route de transport principale, à la sortie de l'installation minière.
5. MET_WD1 : situé à WRSF1.

Figure 2.4 Précipitations cumulées journalières



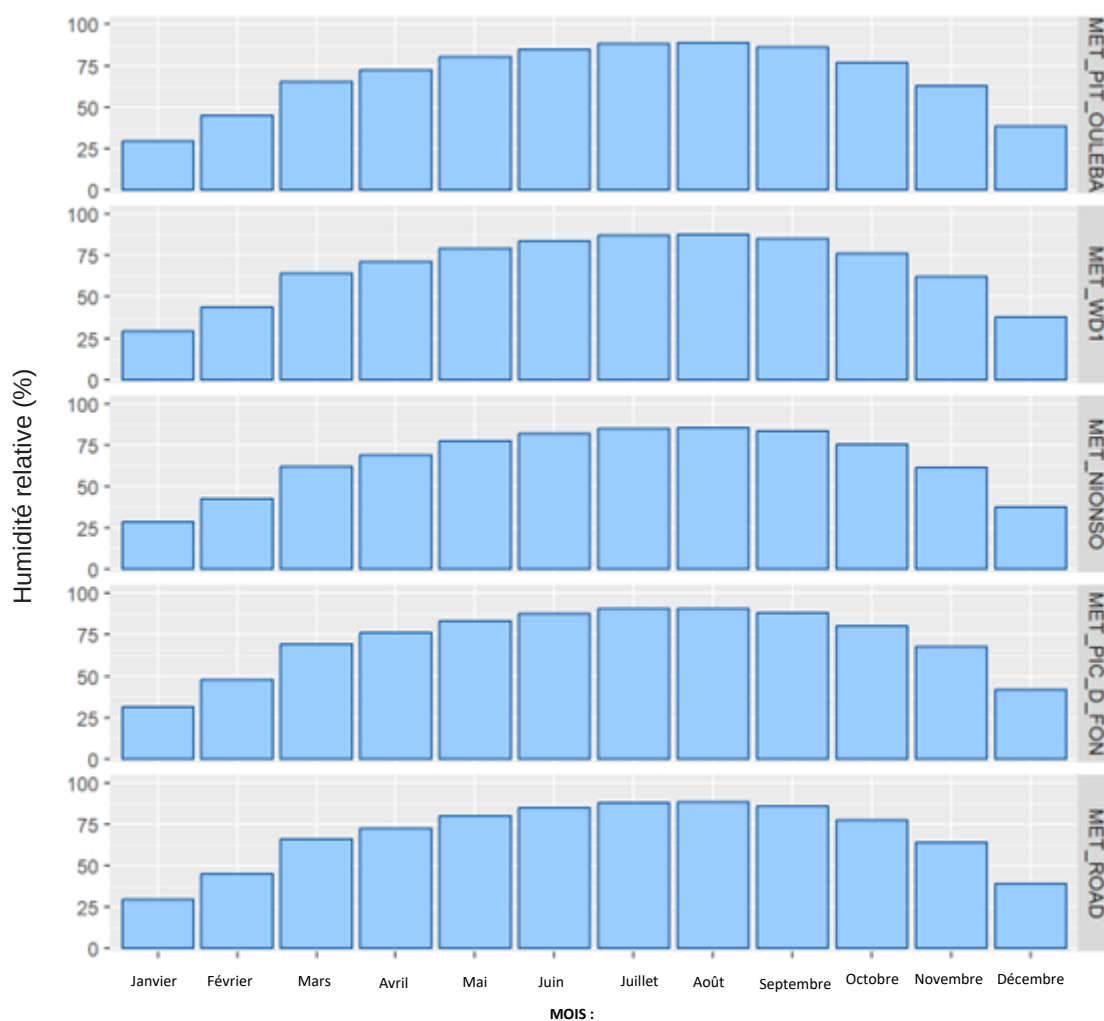
REMARQUES :

1. MET_NIOSO : situé dans le village de Nionsomoridou.
2. MET_PIC_D_FON : situé à la fosse Pic de Fon.
3. MET_PIT_OULEBA : situé à la fosse Ouéléba.
4. MET_ROAD : situé près de la route de transport principale, à la sortie de l'installation minière.
5. MET_WD1 : situé à WRSF1.

Figure 2.5 Précipitations cumulées moyennes mensuelles

Humidité relative

La figure 2.6 montre la variabilité mensuelle de l'humidité relative, qui est inversement liée à la température et très similaire à la variabilité mensuelle des précipitations. Les valeurs d'humidité relative les plus élevées se situent entre mars et octobre, et les plus basses entre novembre et février. Pendant les mois les plus chauds (de janvier à mars), les valeurs d'humidité relative sont relativement basses. Ensuite, c'est au cours des mois les plus frais (juin, juillet et août) que l'on trouve les valeurs d'humidité relative les plus élevées.



REMARQUES :

1. MET_NIOSO : situé dans le village de Nionsomoridou.
2. MET_PIC_D_FON : situé à la fosse Pic de Fon.
3. MET_PIT_OULEBA : situé à la fosse Ouéléba.
4. MET_ROAD : situé près de la route de transport principale, à la sortie de l'installation minière.
5. MET_WD1 : situé à WRSF1.

Figure 2.6 Variabilité mensuelle de l'humidité relative

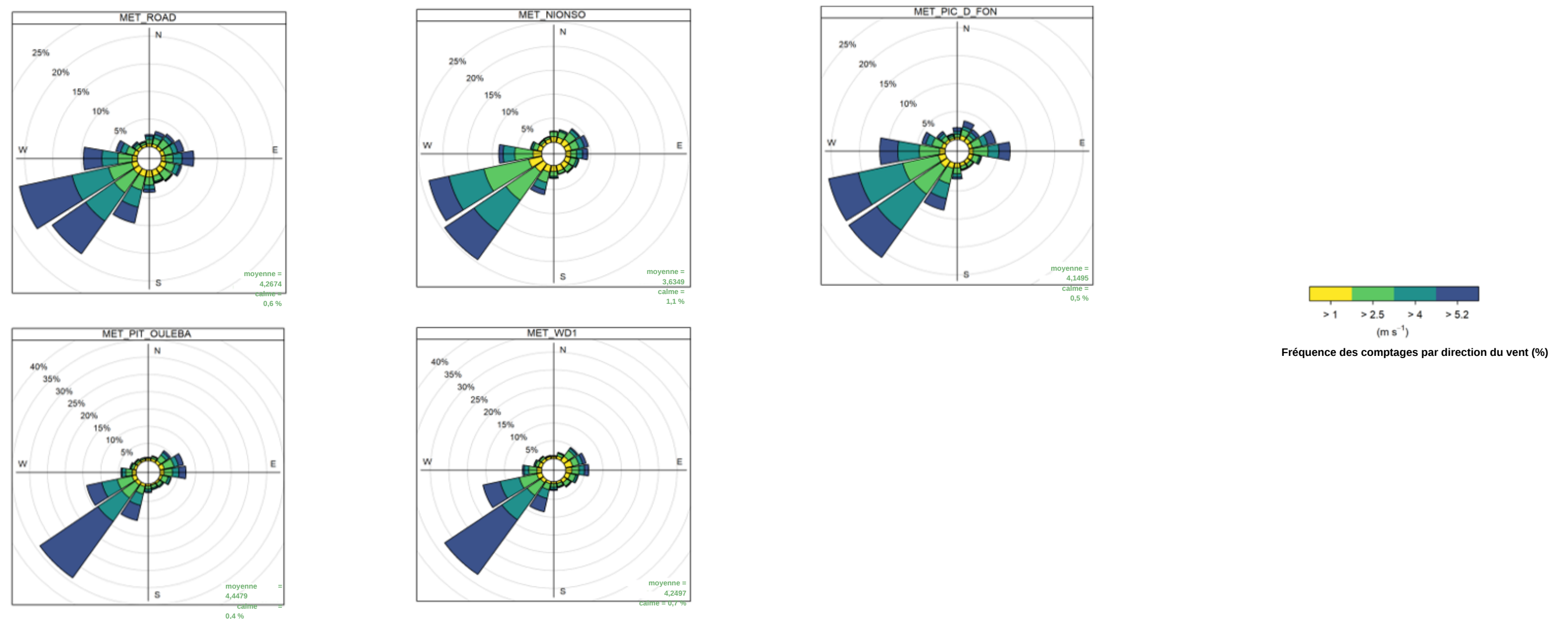
Vent

Les roses des vents nous fournissent des informations sur les directions et les fréquences prédominantes des vitesses du vent mesurées dans les stations virtuelles. La figure 2.7 montre les roses des vents pour la période 2017-2021 par station. On constate que le vent dominant vient du sud-ouest (SW) et de l'ouest (W). En outre, on constate que la vitesse moyenne par station est très similaire, allant de 3,6 m/s à 4,4 m/s. Le pourcentage de conditions calmes est faible dans toutes les stations : moins de 2 %.

La figure 2.8 montre la variation saisonnière de la vitesse du vent. Au printemps, en été et en automne, les vents du sud-ouest (SW) et de l'ouest (W) prédominent, tandis qu'en hiver, les vents du sud-ouest (SW), de l'ouest (W), du nord (N), de l'est (E) et du nord-est (NE) prédominent. Cette prédominance pendant la saison des pluies est due à la forte influence des masses d'air en provenance du sud-ouest de mars à octobre en raison de la mousson.

La vitesse du vent est indiquée dans la figure 2.9. Cette figure montre la variation mensuelle de la vitesse du vent. Elle permet également d'identifier deux tendances : (i) de mars à septembre, les valeurs de vitesse du vent sont relativement élevées et atteignent un maximum en septembre ; puis, (ii) à partir du mois d'octobre, on observe une diminution significative des valeurs de vitesse du vent. L'intensité du vent reste relativement faible jusqu'en janvier, puis augmente à nouveau progressivement jusqu'en mars.

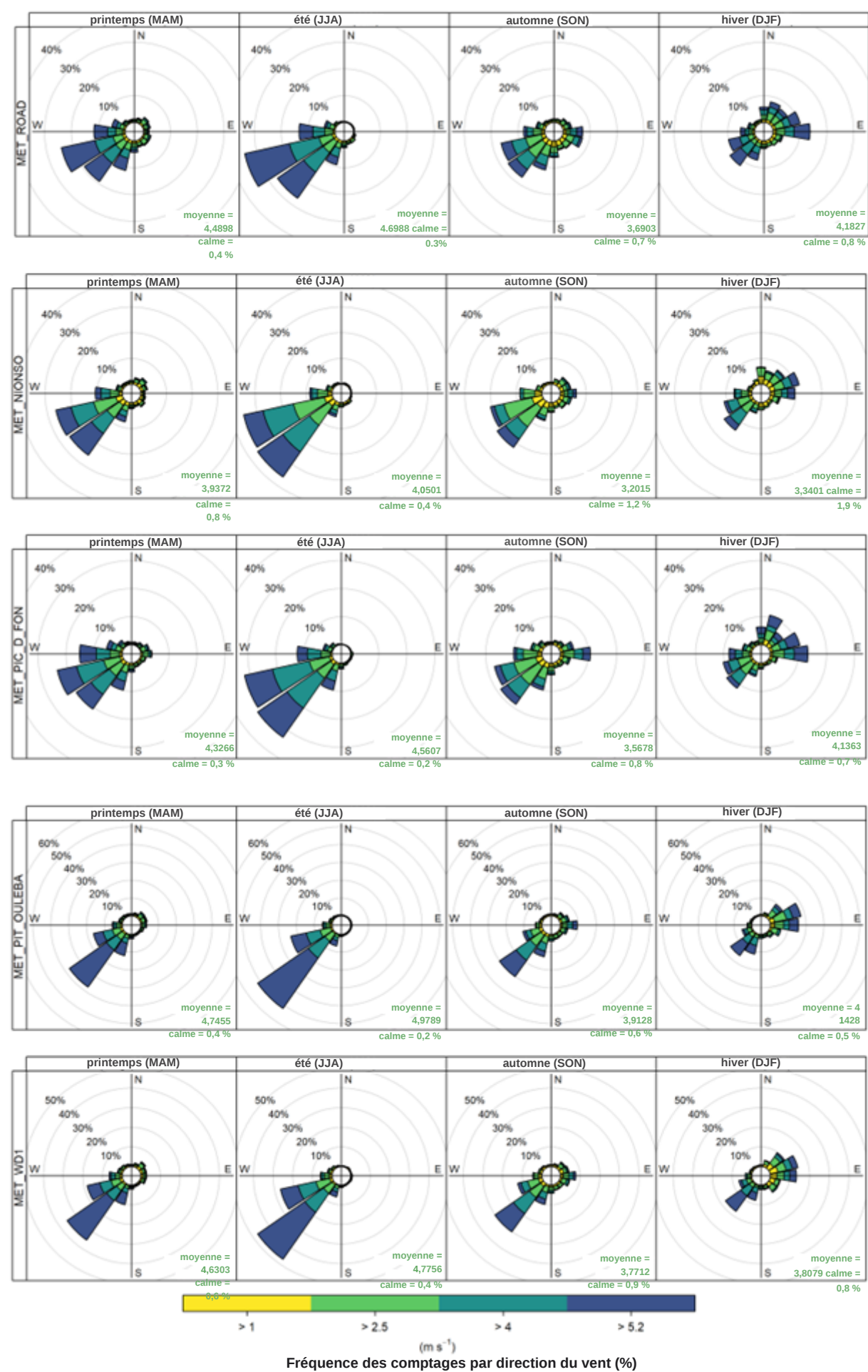
Les vents diurnes et nocturnes sont présentés sous forme de roses des vents dans la figure 2.10. Cette figure illustre les roses des vents pour le jour et la nuit. Pendant la journée, le vent dominant vient du sud-ouest (SW), mais la nuit, il y a plusieurs directions de vent dominant.



REMARQUES :

1. MET_NIOSO : situé dans le village de Nionsomoridou.
2. MET_PIC_D_FON : situé à la fosse Pic de Fon.
3. MET_PIT_OULEBA : situé à la fosse Ouléba.
4. MET_ROAD : situé près de la route de transport principale, à la sortie de l'installation minière.
5. MET_WD1 : situé à WRSF1.

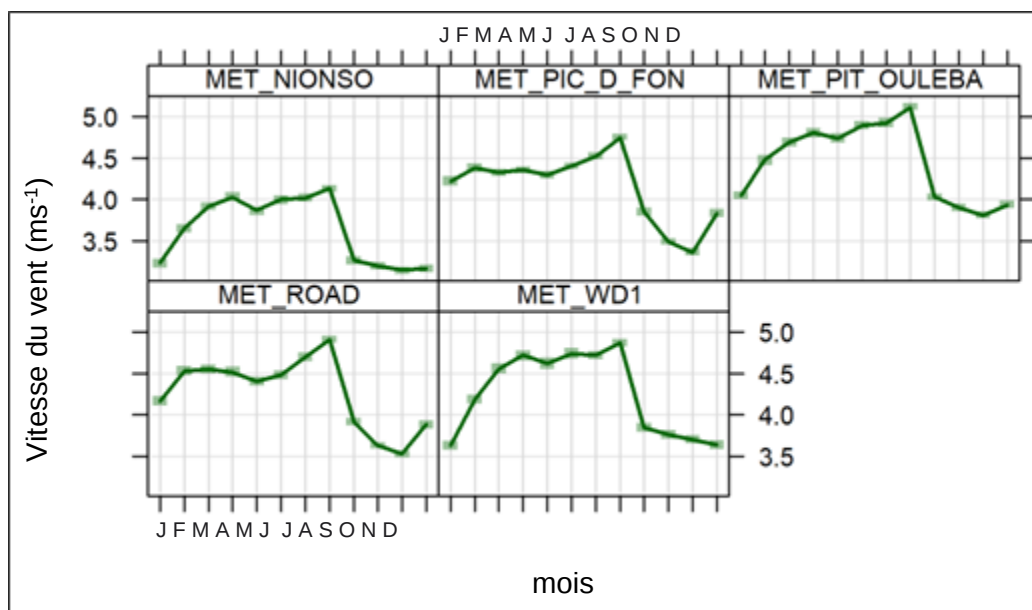
Figure 2.7 Roses des vents par saison pour la période 2017-2021



REMARQUES :

1. MET_NIOSO : situé dans le village de Nionsomoridou.
2. MET_PIC_D_FON : situé à la fosse Pic de Fon.
3. MET_PIT_OULEBA : situé à la fosse Ouéléba.
4. MET_ROAD : situé près de la route de transport principale, à la sortie de l'installation minière.
5. MET_WD1 : situé à WRSF1.

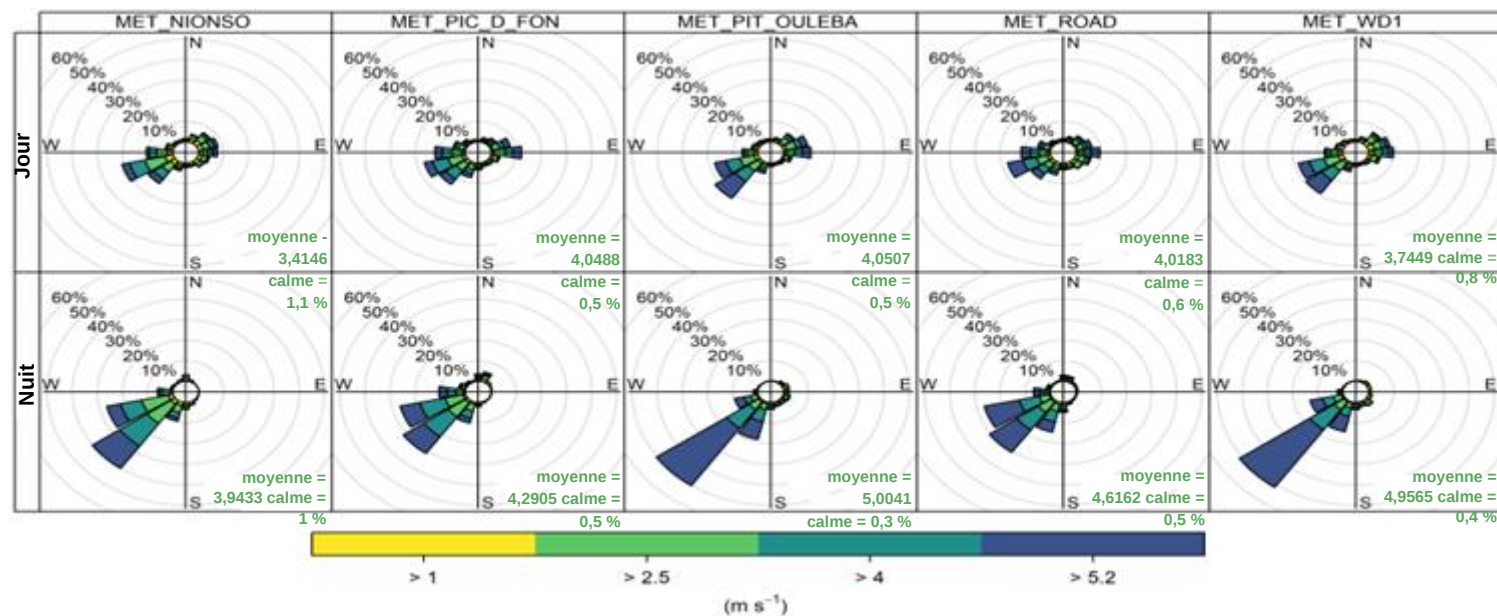
Figure 2.8 Variation saisonnière de la vitesse et de la direction du vent pour la période 2017-2021



REMARQUES :

1. MET_NIOSO : situé dans le village de Nionsomoridou.
2. MET_PIC_D_FON : situé à la fosse Pic de Fon.
3. MET_PIT_OULEBA : situé à la fosse Ouéléba.
4. MET_ROAD : situé près de la route de transport principale, à la sortie de l'installation minière.
5. MET_WD1 : situé à WRSF1.

Figure 2.9 Variation mensuelle de la vitesse du vent pour la période 2017-2021



Fréquence des comptages par direction du vent (%)

REMARQUES :

1. MET_NIOSO : situé dans le village de Nionsomoridou.
2. MET_PIC_D_FON : situé à la fosse Pic de Fon.
3. MET_PIT_OULEBA : situé à la fosse Ouéléba.
4. MET_ROAD : situé près de la route de transport principale, à la sortie de l'installation minière.
5. MET_WD1 : situé à WRSF1.

Figure 2.10 Roses des vents par période (jour et nuit) pour la période 2017-2021

Rayonnement solaire

D'après la figure 2.11, le rayonnement solaire horaire moyen présente le comportement attendu pour cette variable, avec des valeurs nulles pour les heures de la nuit (de 19 h 00 à 6 h 00) et des valeurs maximales à midi. Il n'y a pas de variation significative du cycle horaire au cours des 5 années de la période étudiée.

La figure 2.12 montre la variation mensuelle moyenne du rayonnement solaire cumulé pour la période 2017-2021. Son comportement coïncide avec celui qui est observé pour la température, avec des valeurs plus faibles en juin, juillet et août (en raison de la couverture nuageuse, qui provoque des précipitations dans la région). On constate que le rayonnement incident est moindre lorsque la quantité d'eau tombant sous forme de précipitations augmente au cours des mois correspondant à la saison des pluies.

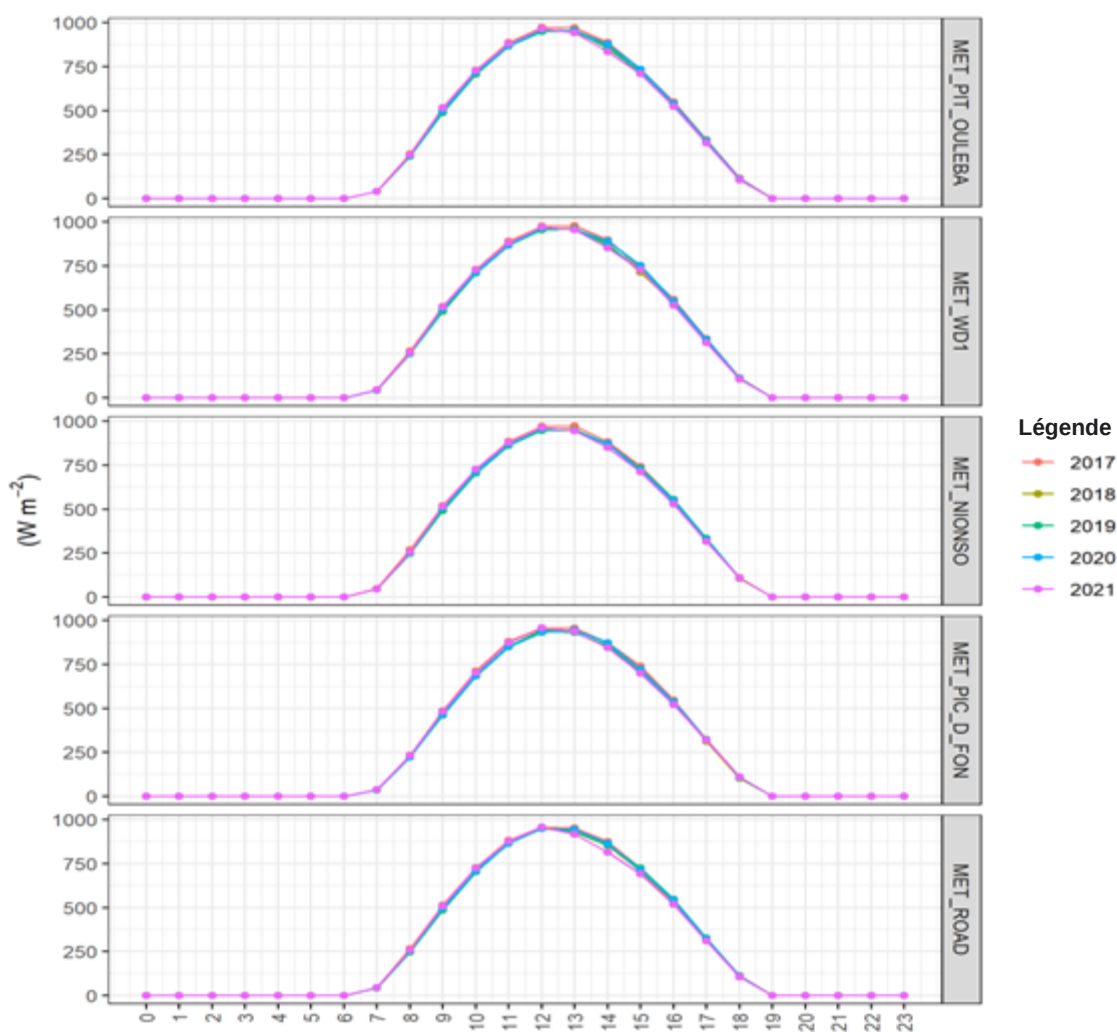
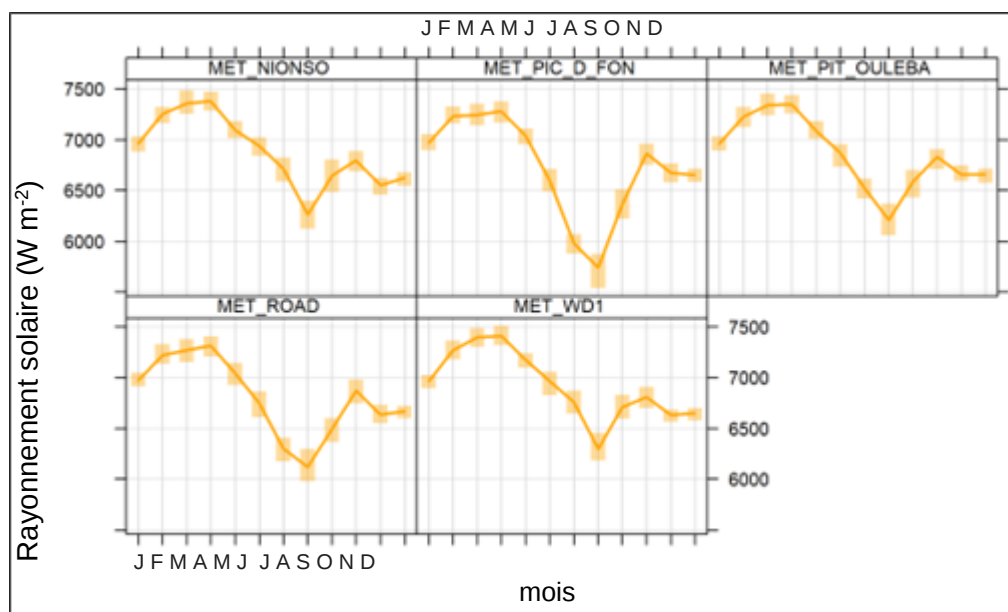


Figure 2.11 Rayonnement solaire horaire moyen

**REMARQUES :**

1. MET_NIOSO : situé dans le village de Nionsomoridou.
2. MET_PIC_D_FON : situé à la fosse Pic de Fon.
3. MET_PIT_OULEBA : situé à la fosse Ouéléba.
4. MET_ROAD : situé près de la route de transport principale, à la sortie de l'installation minière.
5. MET_WD1 : situé à WRSF1.

Figure 2.12 Variation mensuelle du rayonnement solaire

2.2 Qualité de l'air

Les mesures de référence disponibles des concentrations de contaminants atmosphériques ont été collectées entre 2008 et 2010 à Mandou, situé à l'ouest du gisement de Ouéléba, et à Moribadou, situé immédiatement à l'est du gisement de Ouéléba (tableau 2.2).

Tableau 2.2 Mesures de référence des contaminants atmosphériques

Polluant	Site	Moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
SO ₂	Mandou	0,4		
	Moribadou	0,7		
NO ₂	Mandou	1,0		
	Moribadou	1,7		
		2008	2009	janvier-juin 2010
PM _{2,5}	Mandou	6,90	18,4	19,3
	Moribadou	12,3	45,6	191
PM ₁₀	Mandou	5,10	47,8	126
	Moribadou	141	227	240

REMARQUES :

1. Source : SNC Lavalin, 2010.

Les données concernant les matières particulaires totales en suspension (PMTS), les PM₁₀ et les PM_{2,5} sont plus variables, avec des niveaux plus élevés pendant la saison sèche. Ce phénomène est prévisible car les précipitations atténuent naturellement les émissions de poussières provenant des surfaces à l'air libre. Bien qu'une variation saisonnière soit évidente, il est également évident que les concentrations de poussière ont augmenté entre 2008 et 2010. À Moribadou et Mafindou, la poussière est dominée par la fraction de taille supérieure à 2,5 μm . Cela suggère que la poussière soufflée par le vent sur les terres exposées est la principale source d'émissions, car les sources mécaniques d'émissions (par opposition à la combustion) sont généralement présentes dans cette fraction de taille. À Mandou, la répartition est approximativement supérieure de 50 % à 2,5 μm et inférieure de 50 % à 2,5 μm , ce qui suggère que les sources de combustion sont plus importantes ici. Des informations anecdotiques recueillies autour des sites de surveillance suggèrent que les niveaux élevés sont associés à l'activité humaine locale, notamment au défrichement, au brûlage de la végétation, aux feux en plein air et à la circulation sur des routes non goudronnées.

3 Méthodologie pour le calcul des émissions atmosphériques

Le calcul des émissions atmosphériques a été effectué à l'aide de la méthode ascendante, qui utilise des facteurs d'émission (FE), basés sur les informations relatives aux activités minières fournies par Rio Tinto. L'équation (1) calcule les émissions d'une manière générale, comme le recommande l'Agence américaine de protection de l'environnement (US EPA, 1995).

$$E_i = A \times EF_i \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right) \quad (1)$$

Où E_i est l'émission de l'espèce en kg/an et en g/s, A est le niveau de l'activité spécifique, EF_i est le facteur d'émission qui relie l'émission d'un polluant au niveau d'une activité spécifique, ER est l'efficacité de la mesure de contrôle des émissions pour une activité spécifique. Chaque activité minière présente des facteurs d'émission différents (EF) ; certains de ces facteurs sont suggérés par les lignes directrices en tant que valeurs déjà déterminées et d'autres doivent être calculés à l'aide d'équations qui requièrent des données sur l'activité spécifique recommandée dans les différentes lignes directrices. Les lignes directrices utilisées dans cet inventaire des émissions sont les suivantes :

Les facteurs d'émission des lignes directrices suivantes ont été utilisés :

- *Manuel AP 42, cinquième édition, Compilation des facteurs d'émission de polluants atmosphériques, volume 1 : Sources ponctuelles et surfaciques fixes:*
 - 11.9 Exploitation du charbon en surface dans l'Ouest (US EPA, 1998).
 - 13.2 Sources de poussières diffuses.
 - 13.2.1 Routes revêtues (US EPA, 2011).
 - 13.2.2 Routes non revêtues (US EPA, 2006a).
 - 13.2.4 Piles de manutention et de stockage des agrégats (US EPA, 2006b).
 - 11.19 Introduction à la construction et au traitement des agrégats.
 - 11.19.2 Traitement des pierres concassées et des minéraux pulvérisés.
- *Office of Transportation and Air Quality - Emission Factors for Locomotives* (EPA, 2009).
- *Directives NPI du gouvernement australien :*
 - Manuel sur les techniques d'estimation des émissions pour l'exploitation minière (NPI, 2012).
 - Manuel des techniques d'estimation des émissions pour les moteurs à combustion (NPI, 2008).
- *Guide de l'inventaire des émissions - Industries de manutention et de traitement des minerais* (MDAQMD, 2000 Rev. 2013).
- Agence européenne pour l'environnement, *Air Pollutant Emission Inventory Guidebook* (AEE, 2021).
 - 1.A.3.b.i-iv Transport routier 2019
- Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques (MDDELCC, 2017).

4 Activités d'inventaire des émissions

La construction et l'exploitation de la mine impliqueront l'extraction de matériaux (minerai et stériles) de la fosse de Ouéléba à l'aide de tirs d'explosifs à émulsion, le transport des matériaux (minerai et stériles) en vue de leur traitement (concassage primaire) et de leur stockage (dans des piles de stériles et de minerai). Le traitement du minerai comprendra un concassage primaire et secondaire, qui sera effectué en deux processus simultanés, à savoir, deux concasseurs primaires et deux concasseurs secondaires. Après le concassage, le minerai sera transporté par des convoyeurs jusqu'à la pile de stockage où le minerai grossier (concassé) sera stocké jusqu'à ce qu'il soit récupéré et transporté jusqu'au dépôt ferroviaire. Le minerai est chargé sur des wagons et transporté par voie ferrée jusqu'au port pour y être traité et expédié par bateau. Le champ d'application de cet inventaire couvre le transport de minerai par rail sur environ 70 km.

Des calculs des taux d'émissions atmosphériques ont été effectués pour les activités identifiées qui entraîneront des émissions de particules et de gaz. Ces activités regroupent des émissions provenant de diverses sources et sont énumérées ci-dessous :

- Forage
- Dynamitage
- Travaux de terrassement (bulldozers et niveleuses)
- Combustion de machines lourdes et de véhicules légers
- Chargement et déchargement de matériaux (minerais et déchets)
- Transport de matériaux (minerais et déchets)
- Traitement du minerai (concassage primaire et secondaire)
- Transfert du minerai
- Utilisation de générateurs électriques
- Érosion éolienne
- Consommation de carburant des trains
- Incinération des déchets

5 Mesures de contrôle

Les mesures de contrôle des poussières et des gaz ont été prises en compte dans le cadre de la conception technique et/ou opérationnelle des activités à mener dans le cadre du projet Simandou. Ces mesures de contrôle ont été convenues avec Rio Tinto et incluses dans l'inventaire des émissions.

- Le processus de dynamitage utilisera des explosifs à émulsion.
- Le carburant et la technologie utilisés pour les machines, les équipements et les véhicules répondront aux exigences de la norme d'émission Tier 2 de l'Agence américaine de protection de l'environnement.
- Des arroseurs ou des canons à brouillard seront utilisés pour augmenter l'humidité du matériau lors du déchargement du minerai vers le dépôt de tout-venant.
- Des jets d'eau seront utilisés pendant le déchargement du minerai vers les concasseurs primaires.
- Des arroseurs et/ou des canons à brouillard seront utilisés pour augmenter l'humidité du matériau lors du déchargement des stériles à la décharge nord (WD1).
- Les routes de transport seront arrosées par des camions-citernes au moins toutes les 4 heures, en fonction de l'utilisation des routes actives.
- Des arroseurs seront utilisés dans le processus de broyage pour augmenter l'humidité du minerai et réduire les émissions de particules.
- Aux points de transfert le long de la bande transporteuse, des pulvérisateurs d'eau et des enceintes seront utilisés le cas échéant.
- Le minerai est chargé sur des wagons dans une infrastructure fermée équipée de dépoussiéreurs.
- Le transfert ou le déchargement vers le dépôt de stockage du minerai se fera sans enceinte, mais avec des arroseurs et/ou des canons à brouillard.
- Les routes d'accès et les routes internes pour le transit des véhicules légers seront arrosées par des camions-citernes au moins toutes les 4 heures, en fonction de leur utilisation et du volume de précipitations.
- L'incinérateur à déchets sera équipé d'au moins un précipitateur électrostatique et d'autres mesures pourront être prises pour réduire les émissions de gaz et de particules.

6 Facteurs d'émission

Cette section présente les méthodes et les critères utilisés pour calculer les taux d'émission des activités les plus importantes. Selon Pulles et Heslinga (2007), les inventaires d'émissions doivent suivre la règle 20/80, qui stipule que 20 % des efforts sont nécessaires pour obtenir 80 % des résultats, conformément au principe de Pareto. En effet, entre 10 et 20 groupes de sources représentent 80 à 90 % des émissions totales, tandis qu'entre 80 et 90 groupes de sources représentent 20 à 10 % des émissions. Par conséquent, les principales sources contribuant aux taux d'émission les plus élevés ont été identifiées pour cette étude. Les lignes directrices utilisées pour les facteurs d'émission sont indiquées à la section 3.

Le tableau 6.1 résume les facteurs d'émission utilisés dans l'inventaire des émissions et les formules utilisées pour les calculer. En outre, les informations sur les facteurs d'émission sont présentées par activité pour chaque source. Les tableaux de calcul par activité sont présentés à l'appendice A, et un résumé des émissions totales par source est présenté dans le tableau A.1.

Tableau 6.1 Résumé des facteurs d'émission de particules

Source Activité		Facteurs d'échelle (k)			Équations du facteur d'émission (FE) par activité ^(1, 2, 3)				Référence
		k ≤ 30 µm	k ≤ 10 µm	k ≤ 2,5 µm	PM	PM ₁₀	PM _{2,5}	Unités	
Fosse à ciel ouvert de Oueleba									
1	Bulldozer - terrassement	1	0,75	0,105	$k \cdot 2,6(s)^{1,2} / (M)^{1,3}$	$k \cdot 0,45(s)^{1,5} / (M)^{1,4}$	$k \cdot 2,6(s)^{1,2} / (M)^{1,3}$	kg/h	US EPA, 1995 AP-42 Dozer equation - Section 11.9
2	Nivellement - terrassement	1	0,6	0,031	$k \cdot 0,0034 \times S^{2,5}$	$k \cdot 0,0056 \times S^2$	$k \cdot 0,0034 \times S^{2,5}$	kg/km	US EPA, 1995 AP-42 Section 11.9 Western Surface Coal Mining
3	Chargement des matériaux	0,74	0,35	0,053	EF	$EF = k \cdot 0,0016 \cdot (U/2,2)^{1,3} / [(M/2)^{1,4}]$	EF	kg/Mg	US EPA, 1995 AP-42 Loading equation - Section 13.2.4
4	Routes de transport des mines à ciel ouvert	4,9	1,5	0,15	$k(s/12)^{0,7} (W/3)^{0,45} \cdot 0,2819 \cdot [(365-P)/365]$	$k(s/12)^{0,9} (W/3)^{0,45} \cdot 0,2819 \cdot [(365-P)/365]$		kg/VKT	US EPA, 1995 AP-42 Travel on unpaved roads - Section 13.2.2
5	Émissions de gaz d'échappement des véhicules diesel en fonction de la consommation de carburant	-	-	-	0,151			g/km	EEE, 2019
6	Gaz d'échappement des véhicules industriels par consommation de carburant	-	-	-	EF	EF=Facteur d'émission par type de véhicule industriel	EF	kg/kWh	NPI, 2008
7	Forage	0,59	0,31	0,02	-	-	-	kg/t	MDAQMD, 2000 ; rév
8	Dynamitage	1	0,52	0,03	$EF = k \cdot 0,00022 \times (A)^{1,5}$			kg/V	US EPA, 1995 AP-42 Section 11.9 Western Surface Coal Mining
9	Érosion éolienne	1	0,5	0,0075	$1,52 \cdot 10^{-5} \cdot k \cdot s$			g/m²s	MDDELCC, 2017
Décharge de stériles WD1									
10	Bulldozer - terrassement	1	0,75	0,105	$k \cdot 2,6(s)^{1,2} / (M)^{1,3}$	$k \cdot 0,45(s)^{1,5} / (M)^{1,4}$	$k \cdot 2,6(s)^{1,2} / (M)^{1,3}$	kg/h	US EPA, 1995 AP-42 Dozer equation - Section 11.9
11	Nivellement - terrassement	1	0,6	0,031	$k \cdot 0,0034 \times S^{2,5}$	$k \cdot 0,0056 \times S^2$	$k \cdot 0,0034 \times S^{2,5}$	kg/km	US EPA, 1995 AP-42 Section 11.9 Western Surface Coal Mining
12	Gaz d'échappement des véhicules industriels par consommation de carburant	-	-	-	EF	EF=Facteur d'émission par type de véhicule industriel	EF	kg/kWh	NPI, 2008
13	Déchargement des matériaux	0,74	0,35	0,053	EF	$EF = k \cdot 0,0016 \cdot (U/2,2)^{1,3} / [(M/2)^{1,4}]$	EF	kg/Mg	US EPA, 1995 AP-42 Loading equation - Section 13.2.4
14	Érosion éolienne	1	0,5	0,0075	$1,52 \cdot 10^{-5} \cdot k \cdot s$			g/m²s	MDDELCC, 2017
Pile de stockage									
15	Bulldozer - terrassement	1	0,75	0,105	$k \cdot 2,6(s)^{1,2} / (M)^{1,3}$	$k \cdot 0,45(s)^{1,5} / (M)^{1,4}$	$k \cdot 2,6(s)^{1,2} / (M)^{1,3}$	kg/h	US EPA AP-42 Dozer equation - Section 11.9
16	Gaz d'échappement des véhicules industriels par consommation de carburant	-	-	-	EF	EF=Facteur d'émission par type de véhicule industriel	EF	kg/kWh	NPI, 2008
17	Chargement des matériaux	0,74	0,35	0,053	EF	$EF = k \cdot 0,0016 \cdot (U/2,2)^{1,3} / [(M/2)^{1,4}]$	EF	kg/Mg	US EPA, 1995 AP-42 Loading equation - Section 13.2.4
18	Déchargement des matériaux	0,74	0,35	0,053	EF	$EF = k \cdot 0,0016 \cdot (U/2,2)^{1,3} / [(M/2)^{1,4}]$	EF	kg/Mg	US EPA, 1995 AP-42 Loading equation - Section 13.2.4
19	Émissions de gaz d'échappement des véhicules diesel en fonction de la consommation de carburant	-	-	-	0,151			g/km	EEE, 2019
20	Érosion éolienne	1	0,5	0,0075	$1,52 \cdot 10^{-5} \cdot k \cdot s$			g/m²s	MDDELCC, 2017
Concasseurs primaire et secondaire									
21	Traitement des minéraux métalliques	-	-	-	0,2	0,02	0,0023	kg/Mg	US EPA, 1995 AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors
22	Transfert des matériaux	0,74	0,35	0,053	$k \cdot 0,0016 (U/2,2)^{1,3} / (M/2)^{1,4}$			kg/TM	US EPA, 1995 AP-42 Dozer equation - Section 11.9
Routes de transport									
23	Gaz d'échappement des véhicules industriels par consommation de carburant	-	-	-	EF	EF=Facteur d'émission par type de véhicule industriel	EF	kg/kWh	NPI, 2008
Zone de stockage									
24	Transfert des matériaux	0,74	0,35	0,053	$k \cdot 0,0016 (U/2,2)^{1,3} / (M/2)^{1,4}$			kg/TM	US EPA, 1995 AP-42 Dozer equation - Section 11.9
Générateurs électriques									
25	Générateurs électriques	-	-	-	0,00134			kg/kWh	NPI, 2008

Source Activité		Facteurs d'échelle (k)			Équations du facteur d'émission (FE) par activité ^(1, 2, 3)				Référence
		k ≤ 30 µm	k ≤ 10 µm	k ≤ 2,5 µm	PM	PM ₁₀	PM _{2,5}	Unités	
Routes pour véhicules									
26	Émissions de gaz d'échappement des véhicules diesel en fonction de la consommation de carburant	-	-	-	0,151			g/km	EEE, 2019
Lignes ferroviaires									
27	Lignes ferroviaires	-	-	-	Dépend de la source	Dépend de la source	Dépend de la source	g/h	US EPA, 2009
Incinérateur									
28	Incinérateur à déchets	-	-	-	0,105			kg/Mg	US EPA, 1995

6.1 Forage et dynamitage

Les équations 2 et 3 ont été utilisées pour calculer les émissions liées au forage et au dynamitage, respectivement :

$$E_i = A_{NP} \times EF_i \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right) \quad (2)$$

$$E_i = A_{NV} \times (k \times 0.00022 \times A^{1.5}) \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right) \quad (3)$$

où A_{NP} est le niveau d'activité de forage en unités de nombre de trous par période évaluée (mois ou année). A_{NV} est le niveau d'activité du dynamitage en unités de nombre d'événements par période évaluée ; k est le facteur d'échelle (sans dimension) correspondant au diamètre aérodynamique de la particule ; A est la surface de la grille de dynamitage en m^2 . L' EF_i pour l'activité de forage correspond aux valeurs de 0,59 kg PM/forage et 0,31 kg PM_{10} /forage (NPI, 2012). Un facteur de multiplication de 0,03 a été appliqué à l'EF de PM_{10} pour obtenir l'EF de $PM_{2,5}$. Les calculs effectués sont présentés dans les tableaux A.2 et A.3 pour les particules (PM, PM_{10} et $PM_{2,5}$) et dans le tableau A.18 pour les gaz (CO , NO_x et SO_2) de l'appendice A.

6.2 Travaux de terrassement à l'aide de tracteurs à chenilles (bulldozer)

Les émissions provenant des activités de terrassement à l'aide de tracteurs à chenilles et de niveleuses ont été calculées à l'aide des équations 4 et 5 (US EPA, 1998).

$$E_{PTSO PM_{2,5}} = A_{MT} \times [k \times 2.6 \times s^{1.2} / M^{1.3}] \quad (4)$$

$$E_{PM_{10}} = A_{MT} \times [k \times 0.45 \times s^{1.5} / M^{1.4}] \quad (5)$$

Où A_{MT} est le niveau d'activité de terrassement en unités d'heures de machine pour la période d'évaluation ; k est le facteur d'échelle (sans dimension) correspondant au diamètre aérodynamique de la particule ($k_{30} = 1$; $k_{10} = 0,75$ et $k_{2,5} = 0,105$) ; s est la teneur en limon (teneur en fines inférieure à 75 μm) en unités de pourcentage ; et M est le taux d'humidité du matériau en pourcentage. Les calculs effectués sont présentés dans le tableau A.4 de l'appendice A.

6.3 Travaux de terrassement à l'aide de niveleuses (nivellement)

Les activités de nivellement impliquent l'utilisation de niveleuses. Le calcul des émissions est estimé à l'aide des équations 6 et 7 de l'AP 42, section 11.9 Western Surface Coal Mining (US EPA, 1998).

$$E_{PM} = A_{hr-op} \times S \times k \times 0.0034 \times S^{2.5} \quad (6)$$

$$E_{PM_{10}} = A_{hr-op} \times S \times k \times 0.0056 \times S^2 \quad (7)$$

Où A_{hr-op} est le nombre d'heures de fonctionnement de la niveleuse, S est la vitesse moyenne de la niveleuse en km/h, et k est le facteur d'échelle en fonction de la taille des particules ($k_{30} = 1$; $k_{10} = 0,6$ et $k_{2,5} = 0,031$). L'équation 6 s'applique aux PM et $PM_{2,5}$, tandis que l'équation 7 s'applique uniquement aux PM_{10} . Les calculs effectués sont présentés dans le tableau A.5 de l'appendice A.

6.4 Consommation de carburant des machines lourdes

Les émissions dues à la consommation de carburant des équipements lourds ont été calculées selon l'équation 8 du « Manual for Combustion Engine Emission Estimation Technique » (NPI, 2008), qui fournit des facteurs d'émission calculés en fonction du type d'équipement :

$$E = P \times LF \times h - maq \times EF \quad (8)$$

Où E est le taux d'émission (kg), P est la puissance moyenne du moteur (kW), LF est le facteur de charge par type de machine, $h-maq$ est le paramètre des heures de la machine (heures), et EF est le facteur d'émission par type de machine (kg/kWh). Le tableau 6.2 présente un résumé du type de machines lourdes utilisées entre les années d'étude.

Tableau 6.2 Type de machines lourdes pour les étapes de construction et d'exploitation

Machines	Description
Foreuse	Sandvick DR 410
Pelle hydraulique	CAT 6060
Chargeuse sur pneus	CAT 992, CAT 994
Bulldozer	CAT D11, CAT 834
Niveleuse	CAT 16M, CAT 14M
Tour d'éclairage	RL4000
Compacteur	CS64B

REMARQUES :

1. Source : Rio Tinto, 2022.

Les calculs sont présentés dans le tableau A.6 pour les particules (PM, PM₁₀ et PM_{2,5}) et dans le tableau A.19 pour les gaz (CO, NO_x et SO₂) dans l'appendice A.

6.5 Chargement et déchargement

L'équation 9 a été utilisée pour calculer les émissions provenant des activités de chargement et de déchargement (US EPA, 2006b):

$$E_i = A_{cyD} \times [k_i \times 0.0016 \times \frac{(U/2,2)^{1.3}}{(M/2)^{1.4}}] \times (1 - \frac{ER}{100}) \quad (9)$$

Où A_{cyD} est la quantité des activités de chargement et de déchargement en tonnes métriques par période d'évaluation ; k est le facteur d'échelle (sans dimension) correspondant au diamètre aérodynamique de la particule ($k_{30} = 0,74$; $k_{10} = 0,35$ et $k_{2,5} = 0,053$). U est la vitesse moyenne du vent en m/s. M est le taux d'humidité en pourcentage. ER est l'efficacité de la réduction. Les valeurs moyennes de la vitesse du vent sont basées sur les résultats du modèle WRF pour la période 2017-2021. Le taux d'humidité en pourcentage a été obtenu auprès de Rio Tinto. Une efficacité de réduction de 75 % a été utilisée pour l'évacuation des matériaux. Cela est dû à l'utilisation d'eau pulvérisée pour le broyage primaire (MDAQMD, 2000 ; révision 2013). Les calculs d'émissions pour les chargements des matériaux sont présentés dans le tableau A.7, tandis que les calculs d'émissions pour les rejets de matériaux sont présentés dans le tableau A.8, tous deux figurant à l'appendice A.

6.6 Transport de matériaux

Des camions à benne sont utilisés pour transporter les matériaux des zones de chargement aux zones de déchargement. Les équations 10, 11 et 12 pour le calcul des émissions de poussières dues au frottement entre les roues du camion et la surface de la route sont les suivantes (US EPA, 2006a):

$$E_{TSP} = A_{VKT} \times [k_{30} \times (S/12)^{0.7} \times (W/3)^{0.45} \times 0.281] \times (1 - \frac{ER}{100}) \quad (10)$$

$$E_{PM_{10}} = A_{VKT} \times [k_{10} \times (S/12)^{0.9} \times (W/3)^{0.45} \times 0.281] \times (1 - \frac{ER}{100}) \quad (11)$$

$$E_{PM_{2.5}} = A_{VKT} \times [k_{2.5} \times (S/12)^{0.9} \times (W/3)^{0.45} \times 0.281] \times (1 - \frac{ER}{100}) \quad (12)$$

Où A_{VKT} est le niveau d'activité en termes de kilomètres totaux parcourus par l'ensemble de la flotte de camions pour la période évaluée. Les facteurs d'échelle (k) varient en fonction de la taille des particules ($k_{30} = 4,9$; $k_{10} = 1,5$ et $k_{2.5} = 0,15$). La fraction de limon en pourcentage en poids des matériaux déposés sur la route non revêtue est représentée par s . La variable W est la masse moyenne en tonnes du camion (chargé et hors charge). L'efficacité de la réduction est représentée par ER .

Conformément au guide *Mineral Handling and Processing Industries*, une efficacité de réduction de 75 % pour l'arrosage a été prise en compte. (MDAQMD, 2000).

Les calculs des émissions sont présentés dans le tableau A.9 dans l'appendice A.

6.7 Consommation de carburant par véhicule

Les émissions liées à la consommation de carburant des véhicules ont été estimées à l'aide de l'équation 12 proposée dans le guide de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE, 2019) :

$$E_i = A_{VKT} \times EF \times (1 - \frac{ER}{100}) \quad (12)$$

Le facteur d'émission (FE) tient compte du facteur de détérioration dû à l'âge du véhicule. L'équation de réaction complète stœchiométrique a été utilisée pour estimer les émissions de SO_2 en fonction de la teneur en soufre du carburant et de sa réaction avec l'oxygène. Une teneur en soufre de 500 ppm dans le carburant diesel a été prise en compte. Il est important de souligner qu'il s'agit d'une hypothèse très prudente, c'est-à-dire du scénario le plus défavorable. Les calculs des émissions pour cette activité figurent à l'appendice A, au tableau A.10 pour les particules (PM, PM_{10} et $PM_{2.5}$) et au tableau A.20 pour les gaz (CO , NO_x et SO_2).

6.8 Concassage des matériaux

Le concassage du minerai pour la phase opérationnelle a été calculé en utilisant les facteurs d'émission sans mesures de contrôle des poussières suggérés par le guide AP-42, section 11.24, "Processing of Metallic Minerals" (US EPA, 1995), c'est-à-dire que le facteur d'émission qui prend en compte le broyage à faible taux d'humidité a été choisi parce que le minerai entrant dans le broyeur aurait un taux d'humidité inférieur à 4 %. En l'absence de facteur d'émission pour les $PM_{2.5}$ dans la directive AP-42, ce sont les directives du Mojave Desert Air Quality Management District, Emissions Inventory Guidance, Mineral Handling and Processing Industries (MDAQMD, 2000) qui ont été utilisés. Les calculs des émissions dues au concassage du minerai ont été effectués dans le tableau A.11 dans l'appendice A.

6.9 Transfert des matériaux

L'équation 13 proposée dans le document AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors a été utilisée pour le transfert des matériaux. (US EPA, 1995) :

$$Ei = Qx \left[k \times 0.0016 \times \left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3} / \left(\frac{M}{2} \right)^{1.4} \right] x \left(1 - \frac{ER}{100} \right) \quad (13)$$

Où Q est le niveau d'activité, soit la quantité de matières transférées en tonnes métriques. Le facteur d'échelle k dépend de la taille des particules ($k_{30} = 0,74$; $k_{10} = 0,35$ et $k_{2,5} = 0,053$). La vitesse moyenne du vent (U) est issue des valeurs simulées par WRF pour la période 2017 à 2021 et le taux d'humidité (M) est issu des informations fournies par Rio Tinto. Conformément au guide d'inventaire des émissions - Industries de traitement et de manutention des minerais (MDAQMD, 2000), les mesures de réduction suivantes ont été envisagées : (i) pulvérisation d'eau avec une efficacité de réduction de 75 %, (ii) enceinte pour les points de transfert dans les convoyeurs avec une efficacité de réduction de 70 %, et (iii) dépoussiéreur avec une efficacité de réduction de 95 %. Les calculs des émissions provenant du transfert de matériaux ont été effectués dans le tableau A.12 de l'appendice A.

6.10 Circulation des véhicules et consommation de carburant

Pour la circulation des véhicules, ce sont les équations 14 et 15 du chapitre 13 Miscellaneous Sources, section 13.2.2 Unpaved Roads de l'AP-42 qui ont été utilisées. (US EPA, 2006) :

$$E_{PM} = A_{VKT} x k \times \left(\frac{S}{12} \right)^{0.7} \times \left(\frac{W}{3} \right)^{0.45} \times 0.2819 \quad (14)$$

$$E_{PM} = A_{VKT} x k \times \left(\frac{S}{12} \right)^{0.9} \times \left(\frac{W}{3} \right)^{0.45} \times 0.2819 \quad (15)$$

L'équation 14 s'applique aux particules totales en suspension (PM), tandis que l'équation 15 s'applique aux PM_{10} et aux $PM_{2,5}$. Le niveau d'activité (A_{VKT}) se réfère au nombre total de kilomètres parcourus par les véhicules, le facteur d'échelle k dépend de la taille des particules ($k_{30} = 4,9$; $k_{10} = 1,5$ and $k_{2,5} = 0,15$). Une efficacité de réduction de 75 % a été prise en compte conformément au Mineral Handling and Processing Industries Guide (MDAQMD, 2000). Les calculs effectués pour déterminer les émissions dues à la circulation des véhicules sur les routes non revêtues et à la consommation de carburant diesel sont présentés dans le tableau A.13 pour les particules (PM, PM_{10} et $PM_{2,5}$) et dans le tableau A.21 pour les gaz (CO, NO_x et SO_2) dans l'appendice A.

6.11 Générateurs électriques

L'équation suivante a été utilisée pour calculer les émissions des générateurs électriques (NPI, 2008) :

$$E = P \times LF \times T \times EF \quad (16)$$

Où P est la puissance en kW, LF est le facteur de charge, qui a été supposé égal à 1 par prudence, T est le nombre d'heures de fonctionnement de la machine, et EF est le facteur d'émission, qui dépend de l'équipement et du polluant. Les calculs d'émissions pour la consommation de carburant diesel dans les générateurs électriques sont présentés dans le tableau A.14 pour les particules (PM, PM_{10} et $PM_{2,5}$) et dans le tableau A.22 pour les gaz (CO, NO_x et SO_2) dans l'appendice A.

6.12 Érosion éolienne

L'équation suivante a été utilisée pour calculer l'érosion éolienne (MDDELCC, 2017) :

$$E = A \times 1.52 \times 10^{-5} \times J \times s \times 1.1455 \times 10^{-4} \quad (17)$$

Où A est le niveau d'activité lié à la surface érodable (m^2), J est le facteur d'échelle qui dépend du diamètre aérodynamique de la particule ($J_{30} = 1$; $J_{10} = 0,5$ et $J_{2,5} = 0,075$) et s est la teneur en limon (%). Il convient de noter que les unités du facteur d'émission sont exprimées en (g/m^2s) et que, comme le recommande le guide, le facteur a été calculé sur une base horaire, en considérant les émissions lorsque l'intensité de la vitesse du vent est supérieure à 5,36 m/s. Les calculs des émissions dues à l'érosion éolienne sont présentés dans le tableau A.15 dans l'appendice A.

6.13 Chemins de fer

L'équation proposée dans le guide Office of Transportation and Air Quality - Emission Factors for Locomotives a été utilisée pour calculer les émissions produites par les chemins de fer (EPA, 2009) :

$$E = AxfxP$$

Où A est le niveau d'activité, qui se réfère aux heures de fonctionnement des machines, f est un facteur déterminé en fonction de la source et du polluant ; le tableau 6.3 présente les différentes valeurs. P est la puissance du moteur de la locomotive.

Tableau 6.3 Valeur du facteur f pour les émissions des locomotives

Facteur f	Charge	Tracé
PM, PM ₁₀ et PM _{2,5}	0,19	0,18
CO	1,83	1,28
NO _x	7,30	4,95
SO ₂	Dépend de la teneur en soufre	Dépend de la teneur en soufre

Les calculs d'émissions pour la consommation de carburant diesel pour les locomotives et le chargement et l'acheminement des wagons sont présentés dans le tableau A.16 pour les particules (PM, PM₁₀ et PM_{2,5}) et dans le tableau A.23 pour les gaz (CO, NO_x et SO₂) dans l'appendice A.

6.14 Incinérateur à déchets

Conformément au document AP-42 Section 2.1 Refuse Combustion (US EPA, 1995), le niveau d'activité est la quantité de déchets (Mg) et les facteurs d'émission sont indiqués dans le tableau 6.4. Par prudence, on considère que 20 % du total des déchets produits sont incinérés. Les calculs des émissions pour cette activité figurent dans l'appendice A, dans le tableau A.17 pour les particules (PM, PM₁₀ et PM_{2,5}) et dans le tableau A.24 pour les gaz (CO, NO_x et SO₂).

Tableau 6.4 Facteurs d'émission pour les incinérateurs de déchets

Contaminant	Facteur d'émission
PM, PM ₁₀ et PM _{2,5}	0,105
CO	0,232
NO _x	1,83
SO ₂	1,73

7 Résultats

Les émissions de particules et de gaz ont été calculées par activité, par source et par année, en fonction des phases de décapage préalable et d'exploitation. Le tableau A.1 de l'appendice A présente le résumé des émissions totales pour chaque année de construction et d'exploitation. En utilisant les valeurs calculées des taux d'émission, des chiffres ont été générés pour analyser ces émissions. La figure 7.1 montre les émissions totales de particules (par exemple PM, PM₁₀, PM_{2,5}), tandis que la figure 7.2 montre les émissions totales de gaz (par exemple CO, NO_x, SO₂). La figure 6.1 montre que les années où les émissions sont les plus élevées correspondent aux années où l'activité est la plus forte, les taux d'émission de particules les plus élevés atteignant 23,49 kt pour les PM, 4,59 kt pour les PM₁₀, et 0,54 kt pour les PM_{2,5} en 2029. En ce qui concerne les émissions gazeuses, les émissions maximales se produiront potentiellement entre 2028 et 2029, avec 0,57 kt pour le CO, 1,46 kt pour le NO_x et 0,04 kt pour le SO₂.

Les émissions de particules comprennent toutes les particules d'une taille inférieure à 30 µm, y compris les particules PM₁₀ et PM_{2,5}. Les particules d'un diamètre aérodynamique supérieur à 10 µm ont un temps de séjour dans l'atmosphère de plusieurs heures (Seinfeld et Pandis, 2016) et sont donc hautement sédimentables. En outre, les émissions de PM₁₀ sont considérées comme le principal indicateur des activités minières. En ce qui concerne les émissions de particules, pendant la phase de nettoyage et de déblaiement (étape 0 : 2023 et 2024), les émissions ont des valeurs du même ordre de grandeur ; puis, au cours de la première année d'exploitation (phase 1 : 2025), les émissions commencent à augmenter jusqu'en 2027 (étape 2 : 2026 et 2027). En 2028 et 2029 (phase 3), on observe une augmentation des émissions de particules.

D'après l'ampleur des émissions calculées, le paramètre qui contribue le plus aux émissions de gaz dans l'atmosphère est le NO_x, principalement en raison de la combustion du carburant diesel des machines lourdes. Les émissions de CO et de SO₂, dues à la combustion de carburant et au dynamitage, sont faibles. Ces niveaux sont dus aux types de carburant et d'explosifs utilisés dans le cadre du développement du projet Simandou. La figure 7.2 montre que les émissions de NO_x augmentent entre 2023 et 2028, atteignent un maximum en 2028 puis diminuent légèrement en 2029.

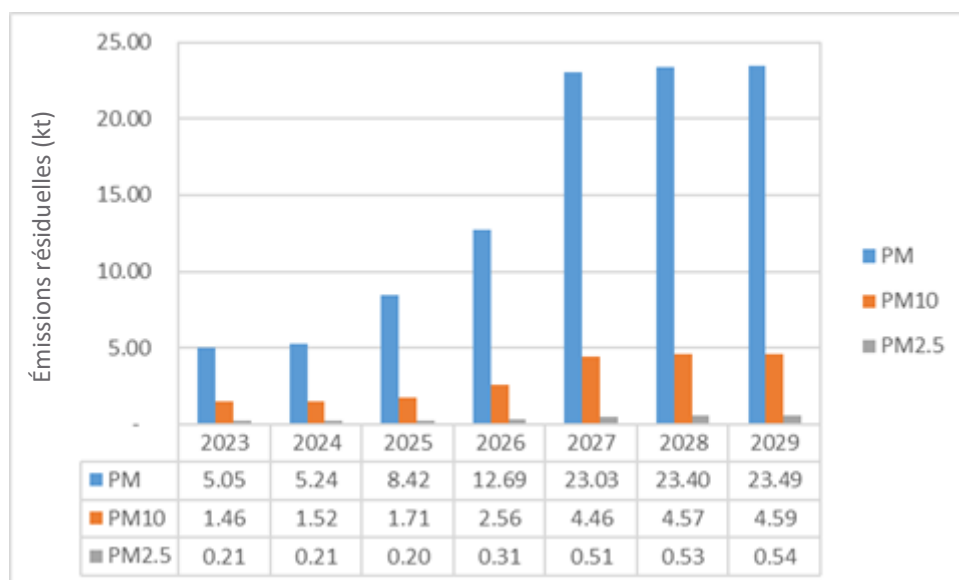


Figure 7.1 Résumé des émissions de particules dans l'air

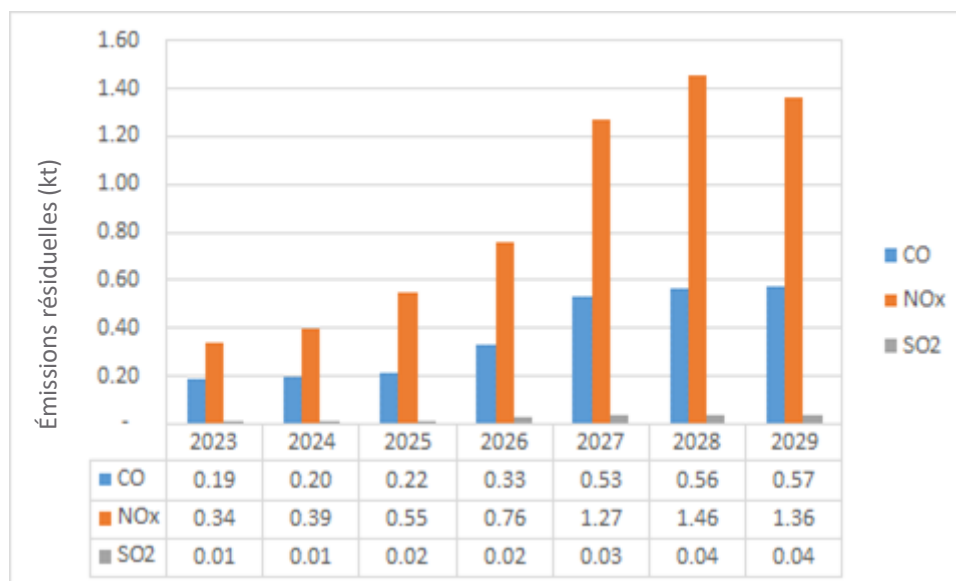


Figure 7.2 Résumé des émissions de gaz dans l'air

Les figures 7.3, 7.4, 7.5 et 7.6 montrent les émissions résiduelles de particules (par exemple PM, PM₁₀, PM_{2.5}) et des gaz (par exemple CO, NO_x, SO₂) par activité pour chaque année et phase du Projet (par exemple Phase 0, Phase 1, Phase 2, Phase 3). Au cours de la phase 0 (années 2023 et 2024), durant laquelle seront effectués les travaux de décapage préalable, de construction et de mise en œuvre des composantes minières, les activités qui contribuent le plus aux émissions de particules grossières (par exemple PM, PM₁₀) sont, par ordre décroissant : (i) le transport de matériaux, (ii) la circulation des véhicules et (iii) les travaux de terrassement (bulldozers et niveleuses). Pour les scénarios des phases d'exploitation de la fosse de Ouéléba (pour la période de 2025 à 2029), les activités qui contribuent le plus aux émissions de particules grossières (par exemple PM, PM₁₀) sont, par ordre décroissant : (i) le transport de matériaux, (ii) le traitement du minerai (concassage), (iii) le déplacement de matériaux (bulldozers et niveleuses) et (iv) la circulation des véhicules.

Pour les particules (par exemple PM_{2.5}), les émissions les plus importantes au cours de la phase 0 (2023-2024) proviendront, par ordre décroissant, (i) du transport de matériaux, (ii) du terrassement, (iii) de la combustion de carburant diesel des équipements lourds et (iv) de la circulation des véhicules. Pour les phases d'exploitation (2025-2029) de la mine de Ouéléba, les émissions les plus élevées de particules fines (par exemple PM_{2.5}) proviendront, par ordre décroissant, (i) du transport de matériaux, (ii) du traitement du minerai (concassage), (iii) de la combustion de carburant diesel des machines lourdes, et (iv) de la circulation des véhicules.

Les émissions de CO, de NO_x et de SO₂ seront principalement dues à la consommation de carburant diesel des machines lourdes. La contribution en pourcentage de l'exploitation des trains, des tirs d'explosifs à émulsion et de la consommation de diesel pour le fonctionnement des générateurs électriques augmentera alors. Pour les émissions de NO_x au cours de la phase 0, les activités qui contribuent le plus aux émissions sont (i) la consommation de carburant diesel par les machines lourdes et, dans une moindre mesure, (ii) la consommation de carburant diesel par les générateurs électriques, tandis que pour le CO et le SO₂, la deuxième contribution la plus importante proviendra du dynamitage et de l'incinération des déchets, respectivement. Pour les autres phases (1, 2 et 3), les activités qui contribuent le plus aux émissions de CO, de NO_x et de SO₂ sont, par ordre décroissant, (i) la consommation de carburant des machines lourdes et (ii) la consommation de carburant des trains. Cela est dû au fait que la combustion des carburants est la principale source d'émissions gazeuses (NO_x, CO et SO₂).

Si l'on considère les émissions par source, les émissions de particules les plus importantes proviendront des routes internes, des routes de transport (principalement HME-2), des concasseurs secondaires, des concasseurs primaires et de la décharge de stériles nord WD-1.

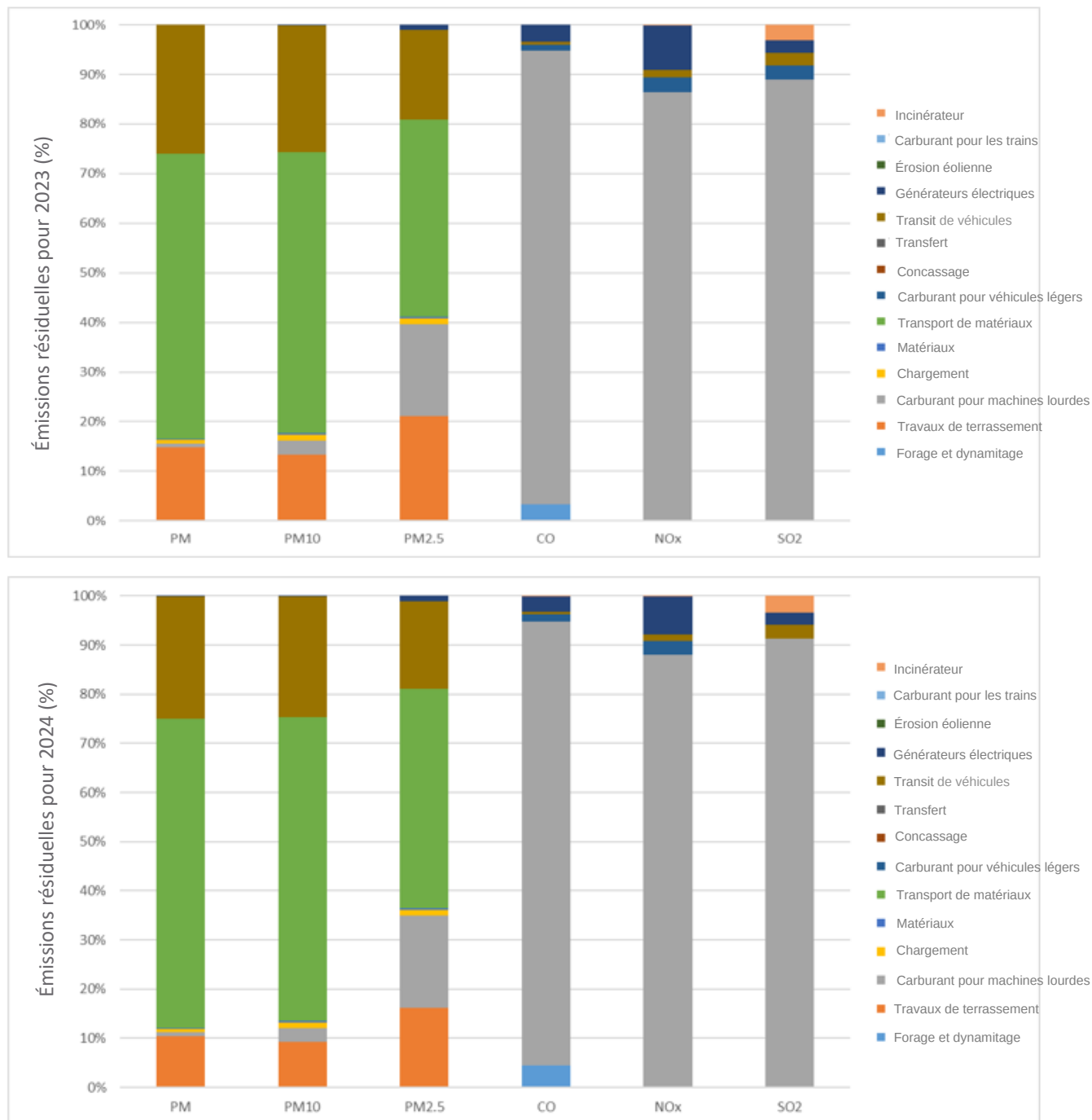


Figure 7.3 Émissions résiduelles par activité pour les années 2023 et 2024 (étape 0)

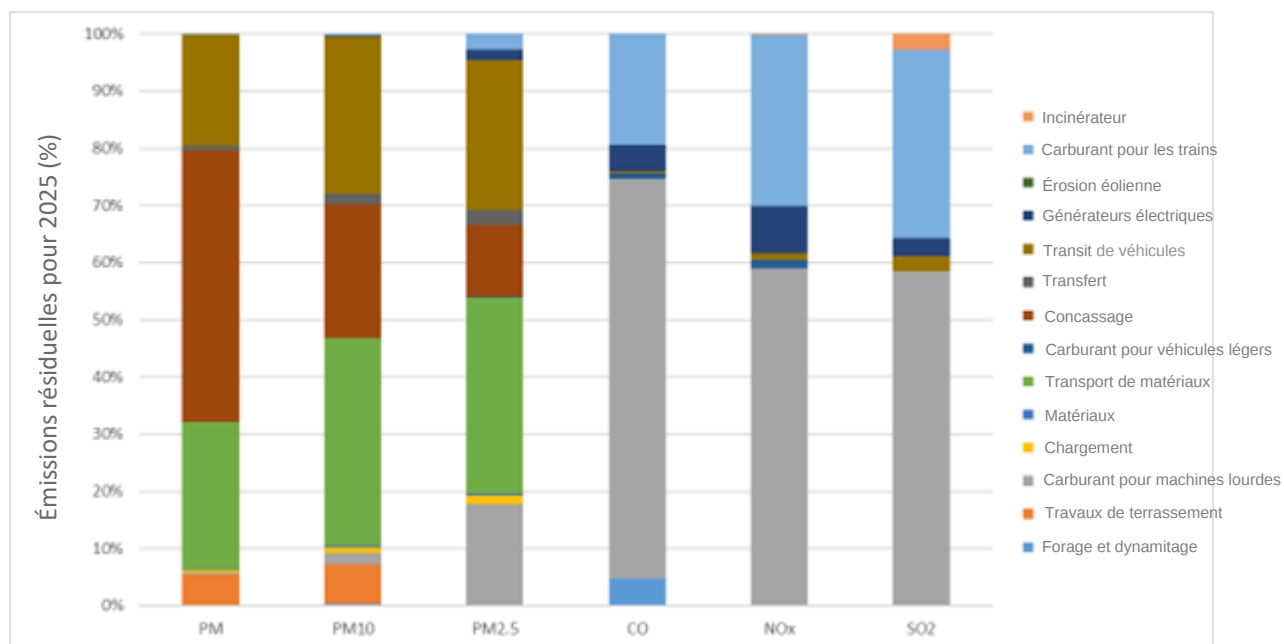


Figure 7.4 Émissions résiduelles par activité pour l'année 2025 (étape 1)

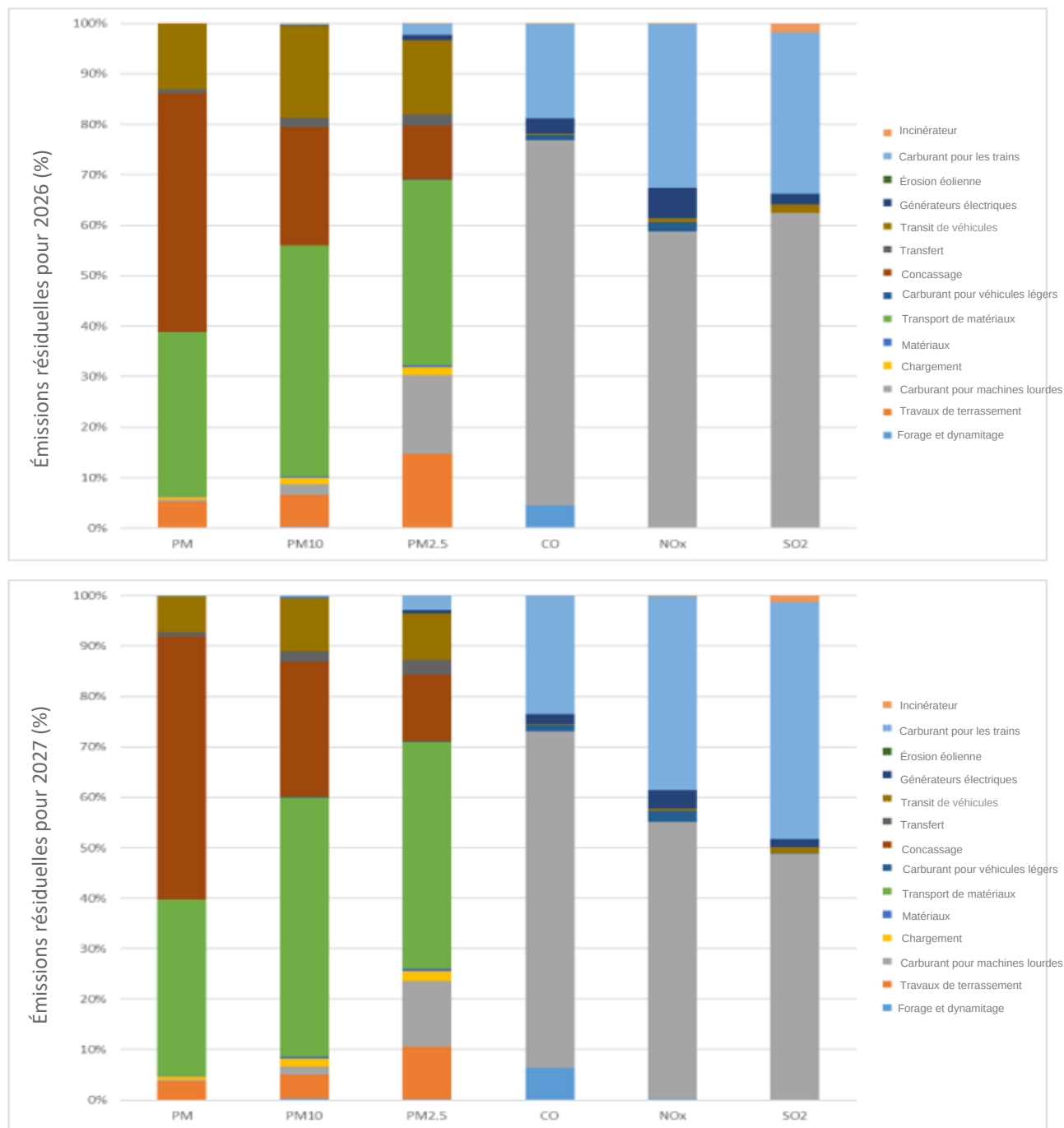


Figure 7.5 Émissions résiduelles par activité pour les années 2026 et 2027 (étape 2)

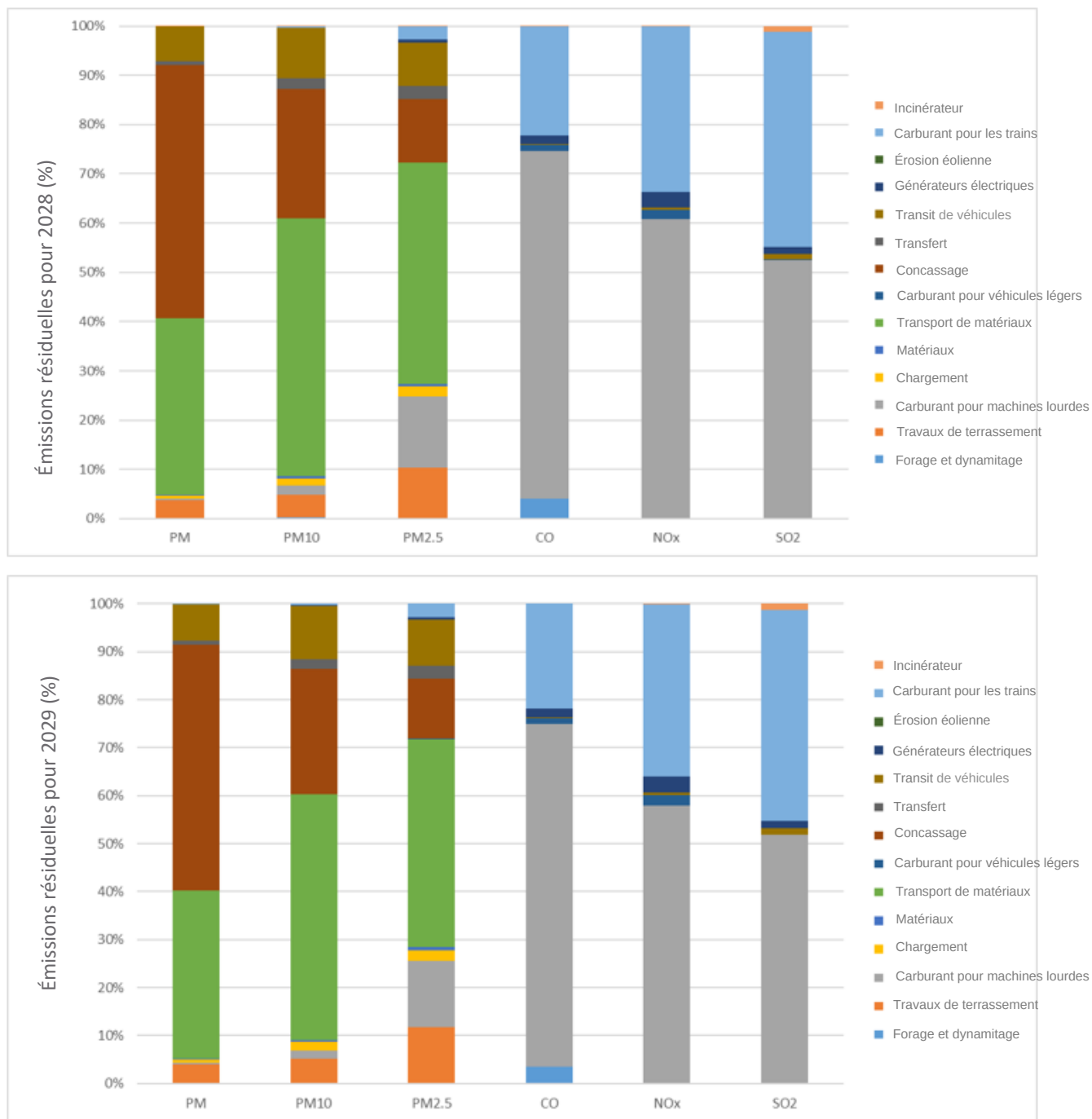


Figure 7.6 Émissions résiduelles par activité pour les années 2028 et 2029 (étape 3)

8 Conclusions

Les résultats de l'inventaire des émissions permettent de tirer les conclusions suivantes :

- Le transport de matériaux est l'activité qui génère le plus d'émissions de particules (par exemple PM, PM₁₀ et PM_{2,5}) au cours de la phase 0. Pour les autres phases (1, 2 et 3), les émissions de particules sont réparties entre le transport des matériaux, le traitement du minerai (concassage), le déplacement des matériaux (bulldozers et niveleuses) et la circulation des véhicules.
- Le dynamitage produit des émissions résiduelles de particules significatives en moyenne annuelle ; cette contribution se produit sur une courte période (environ 1 heure) et peut être perçue par les récepteurs sensibles à proximité du Projet.
- Le dynamitage dans le cadre des activités minières contribue aux taux d'émission de CO et de SO₂ en raison du type d'explosifs utilisés (émulsion).
- La combustion du carburant diesel des machines lourdes et des véhicules est la principale activité contribuant aux émissions de CO et de NO_x.
- Les émissions sont directement influencées par la vitesse du vent, les caractéristiques géologiques du matériau et les niveaux d'activité.

9 Références

- Agence européenne pour l'environnement (AEE), 2019. *Guide des inventaires des émissions de polluants atmosphériques*. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>.
- Agence européenne pour l'environnement (AEE), 2021. 1.A.3 *Voitures particulières, véhicules utilitaires légers, véhicules lourds, y compris les autobus et les motocycles*. s.l., s.e. p. 1–144.
- Laing, A., & Evans, J.-L., 2016. *Introduction à la météorologie tropicale. Dans le programme COMET* (2e édition). Programme COMET. https://www.meted.ucar.edu/sign_in.php?go_back_to=/tropical/textbook_2nd_edition_es/print_1.htm.
- Lakes Environmental, 2023. *Lakes Environmental WRF Modeling*.
- District de gestion de la qualité de l'air du désert de Mojave (MDAQMD), 2000. *Guide de l'inventaire des émissions - Industries de manutention et de traitement des minerais*. s.l., Antelope Valley Air Pollution Control District. Révisé en 2013. p. 1–31.
- Ministère du Développement durable, de l' Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2017. *Guide d'instructions Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques*. Ministère du Développement durable, de l' Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
- NPI, 2008. *Manuel des techniques d'estimation des émissions pour les moteurs à combustion (en ligne)*. Version 3. Canberra-Australie, ministère de l'environnement, de l'eau, du patrimoine et des arts. 1-89 p. Disponible sur <http://www.npi.gov.au/reporting/industry-reporting-materials/emission-estimation-technique-manuals>.
- NPI, 2012. *Manuel des techniques d'estimation des émissions pour l'exploitation minière Version 3.1*. Camberra, Gouvernement australien. Département du développement durable, de l'environnement, de l'eau, de la population et des communautés. p. 1–78.
- Pulles, T., et D. Heslinga, 2007. *L'art de l'inventaire des émissions*. Édition de septembre 2007. Accès sur : <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2082.8007>.
- Rio Tinto, 2022. Informations sur le parc minier (fichier Excel).
- Seinfeld, J.H.; S.N. Pandis, 2016. *Chimie et physique de l'atmosphère : de la pollution atmosphérique au changement climatique*. 3 éd. s.l., John Wiley & Sons, Inc.
- SNC-Lavalin Environnement, 2010. *Étude ociale et environnementale, de référence Projet Simandou - Composante minière, Volume C - Référence physique. Rapport final*. No de projet. 604917 août 2010.
- SRK Consulting (UK) Limited (SRK), 2022a. *Mine de Simandou - Rapport de référence sur le climat*.
- Agence américaine de protection de l'environnement (US EPA). 1995. *Compilation des facteurs d'émission de polluants atmosphériques - Volume I : Source point fixe et zone* (en ligne). Cinquième édition. NC, Agence américaine pour la protection de l'environnement. 1-2638 p. Disponible sur <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html>.
- US EPA, 1998. 11.9 *Exploitation du charbon en surface dans l'Ouest*. NC, Agence américaine pour la protection de l'environnement. p. 1–14.
- US EPA, 2006a. 13.2.2 *Routes non revêtues*. Dans NC (éd.). NC, Agence américaine pour la protection de l'environnement. p. 1–20.
- US EPA, 2006a. 13.2.4 *Manutention et de stockage des agrégats*. NC, Agence américaine pour la protection de l'environnement. p. 1–6.

US EPA, 2009. *Office des transports et de la qualité de l'air*. p. 1-9.

US EPA, 2011. *13.2.1 Routes revêtues*. Dans NC (éd.). NC, Agence américaine pour la protection de l'environnement. p. 1-15.

APPENDICE A

Tableaux d'inventaire des émissions pour le projet Simandou

TABLE A.1
PARTICULATE MATTER AND GASES EMISSIONS BY SOURCE
MINE SITE

Year	Type of source	Code of source	Gases						Particulate matter					
			CO		NO _x		SO ₂		PM		PM ₁₀		PM _{2.5}	
			E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2023	Areal	PIT_OUE	116,968	3.947	211,982	7.286	5,991	0.190	333,248	10.598	122,282	3.908	33,676	1.098
	Areal	PIT_OUE-E	-	-	-	-	-	-	72	0.007	36	0.004	5	0.001
	Areal	PIT_OUE-P	-	-	-	-	-	-	3,355	0.196	1,746	0.102	102	0.006
	Volume	PIT_OUE-V	6,365	4.844	553	0.421	-	-	1,232	0.937	641	0.487	37	0.028
	Areal	PIT_OUE-B	-	-	-	-	-	-	144,700	4.588	29,189	0.926	15,193	0.482
	Areal	WASTE_WD1	23,465	0.744	36,613	1.161	2,688	0.085	564,956	17.915	169,462	5.374	23,076	0.732
	Areal	WASTE-WD1-E	-	-	-	-	-	-	86	0.009	43	0.004	6	0.001
	Volume	WASTE_WD1-B	-	-	-	-	-	-	51,070	1.619	10,302	0.327	5,362	0.170
	Areal	STOCKPILE	33,395	1.059	45,089	1.430	3,900	0.124	13,355	0.423	11,810	0.374	9,802	0.311
	Areal	STOCKPILE-E	-	-	-	-	-	-	3	0.000	1	0.000	0	0.000
	Areal	STOCKPILE-B	-	-	-	-	-	-	86,693	2.749	17,488	0.555	9,103	0.289
	Areal	PLANT	21	0.001	86	0.003	3	0.000	24,825	0.787	7,078	0.224	709	0.022
	Road	HME2-1	244	0.008	1,011	0.032	40	0.001	293,045	9.292	83,546	2.649	8,373	0.266
	Road	HME2-2	444	0.014	1,843	0.058	74	0.002	534,195	16.939	152,297	4.829	15,263	0.484
	Road	HME2-3	650	0.021	2,696	0.085	108	0.003	781,298	24.775	222,745	7.063	22,324	0.708
	Road	HME3-1	152	0.005	632	0.020	25	0.001	183,277	5.812	52,252	1.657	5,237	0.166
	Road	HME3-2	111	0.004	462	0.015	18	0.001	133,766	4.242	38,136	1.209	3,822	0.121
	Road	HME3-3	369	0.012	1,532	0.049	61	0.002	443,851	14.074	126,540	4.013	12,682	0.402
	Road	ROAD_CRU	118	0.004	490	0.016	20	0.001	141,866	4.499	40,446	1.283	4,054	0.129
	Point	G-01	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Point	G-02	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Road	CAM_INT	918	0.029	4,288	0.000	313	0.010	1,145,504	36.324	326,708	10.490	32,906	1.043
	Road	CAM_INT_S	26	0.001	950	0.000	52	0.002	162,879	5.165	46,451	1.493	4,674	0.148
	Point	INC	60	0.002	476	0.015	450	0.014	27	0.001	27	0.001	27	0.001
	Total		189,872	10.901	339,110	11.554	14,089	0.447	5,045,472	161.021	1,461,392	47.041	208,554	6.673

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

TABLE A.1 (cont.)
PARTICULATE MATTER AND GASES EMISSIONS BY SOURCE
MINE SITE

Year	Type of source	Code of source	Gases						Particulate matter					
			CO		NO _x		SO ₂		PM		PM ₁₀		PM _{2.5}	
			E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2024	Areal	PIT_OUE	115,630	3.905	220,811	7.565	4,993	0.158	244,040	7.769	95,192	3.049	29,577	0.968
	Areal	PIT_OUE-E	-	-	-	-	-	-	72	0.007	36	0.004	5	0.001
	Areal	PIT_OUE-P	-	-	-	-	-	-	4,575	0.268	2,380	0.139	140	0.008
	Volume	PIT_OUE-V	8,988	6.840	782	0.595	-	-	1,691	1.287	879	0.669	51	0.039
	Areal	PIT_OUE-B	-	-	-	-	-	-	119,164	3.779	24,038	0.762	12,512	0.397
	Areal	WASTE_WD1	22,244	0.694	31,485	0.998	2,484	0.079	558,671	17.714	166,707	5.286	22,380	0.710
	Areal	WASTE-WD1-E	-	-	-	-	-	-	86	0.009	43	0.004	6	0.001
	Volume	WASTE_WD1-B	-	-	-	-	-	-	51,070	1.619	10,302	0.327	5,362	0.170
	Areal	STOCKPILE	43,098	1.367	93,924	2.978	4,776	0.151	16,307	0.517	14,656	0.465	12,350	0.392
	Areal	STOCKPILE-E	-	-	-	-	-	-	3	0.000	1	0.000	0	0.000
	Areal	STOCKPILE-B	-	-	-	-	-	-	63,050	1.999	12,718	0.403	6,620	0.210
	Areal	PLANT	22	0.001	91	0.003	0	0.000	26,513	0.841	7,559	0.240	758	0.024
	Road	HME2-1	273	0.009	1,132	0.036	1	0.000	328,056	10.403	93,527	2.966	9,373	0.297
	Road	HME2-2	509	0.016	2,115	0.067	2	0.000	612,799	19.432	174,707	5.540	17,509	0.555
	Road	HME2-3	745	0.024	3,093	0.098	2	0.000	896,262	28.420	255,521	8.103	25,609	0.812
	Road	HME2-4	-	0.011	1,462	0.046	1	0.000	-	0.001	30	0.001	30	0.001
	Road	HME3-1	171	0.005	708	0.022	1	0.000	205,174	6.506	58,494	1.855	5,862	0.186
	Road	HME3-2	124	0.004	517	0.016	0	0.000	149,747	4.748	42,692	1.354	4,279	0.136
	Road	HME3-3	413	0.013	1,715	0.054	1	0.000	496,879	15.756	141,658	4.492	14,197	0.450
	Road	ROAD_CRU	126	0.004	523	0.017	0	0.000	151,514	4.804	43,196	1.370	4,329	0.137
	Point	G-01	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Point	G-02	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Road	CAM_INT	918	0.029	4,288	0.000	313	0.010	1,145,504	36.324	326,708	10.490	32,906	1.043
	Road	CAM_INT_S	26	0.001	950	0.000	52	0.002	162,879	5.165	46,451	1.493	4,674	0.148
	Total		199,913	13.133	394,478	13.477	13,423	0.426	5,236,249	167.438	1,519,692	49.081	210,677	6.752

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

TABLE A.1 (cont.)
PARTICULATE MATTER AND GASES EMISSIONS BY SOURCE
MINE SITE

Year	Type of source	Code of source	Gases						Particulate matter					
			CO		NO _x		SO ₂		PM		PM ₁₀		PM _{2.5}	
			E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2025	Areal	PIT_OUE	105,731	3.591	206,192	7.102	4,545	0.144	237,864	7.573	91,203	2.922	27,366	0.897
	Areal	PIT_OUE-E	-	-	-	-	-	-	160	0.016	80	0.008	12	0.001
	Areal	PIT_OUE-P	-	-	-	-	-	-	5,417	0.317	2,819	0.165	165	0.010
	Volume	PIT_OUE-V	10,076	7.668	876	0.667	-	-	2,995	2.701	1,558	1.405	95	0.085
	Areal	PIT_OUE-B	-	-	-	-	-	-	102,140	3.838	20,604	0.774	10,725	0.403
	Areal	WASTE_WD1	12,762	0.405	15,391	0.488	1,491	0.047	244,096	7.740	74,283	2.355	10,835	0.344
	Areal	WASTE-WD1-E	-	-	-	-	-	-	86	0.009	43	0.004	6	0.001
	Volume	WASTE_WD1-B	-	-	-	-	-	-	34,047	1.279	6,868	0.258	3,575	0.134
	Areal	STOCKPILE	32,270	1.023	100,325	3.181	3,355	0.106	12,905	0.409	11,174	0.354	9,089	0.288
	Areal	STOCKPILE-E	-	-	-	-	-	-	3	0.000	1	0.000	0	0.000
	Areal	STOCKPILE-B	-	-	-	-	-	-	6,078	0.228	1,226	0.046	638	0.024
	Volume	CRU1-1	-	-	-	-	-	-	503,468	15.965	51,640	1.638	5,918	0.188
	Volume	CRU1-2	-	-	-	-	-	-	503,468	15.965	51,640	1.638	5,918	0.188
	Volume	CRU2-1	-	-	-	-	-	-	1,502,447	47.642	151,157	4.793	5,845	0.185
	Volume	CRU2-2	-	-	-	-	-	-	1,502,447	47.642	151,157	4.793	5,845	0.185
	Areal	PLANT	78	0.002	324	0.010	0	0.000	93,962	2.980	26,788	0.849	2,685	0.085
	Road	HME2-1	269	0.009	1,118	0.035	1	0.000	323,885	10.270	92,338	2.928	9,254	0.293
	Road	HME2-2	140	0.004	581	0.018	0	0.000	168,339	5.338	47,993	1.522	4,810	0.153
	Road	HME2-3	205	0.006	850	0.027	1	0.000	246,207	7.807	70,193	2.226	7,035	0.223
	Road	HME2-4	11	0.000	45	0.001	0	0.000	12,917	0.410	3,683	0.117	369	0.012
	Road	HME3-1	168	0.005	699	0.022	1	0.000	202,566	6.423	57,751	1.831	5,788	0.184
	Road	HME3-2	123	0.004	510	0.016	0	0.000	147,844	4.688	42,150	1.337	4,224	0.134
	Road	HME3-3	408	0.013	1,693	0.054	1	0.000	490,562	15.556	139,857	4.435	14,017	0.444
	Road	ROAD_CRU	304	0.010	1,261	0.040	1	0.000	365,293	11.583	104,143	3.302	10,437	0.331
	Volume	T-1	-	-	-	-	-	-	4,894	0.155	2,315	0.073	351	0.011
	Volume	T-2	-	-	-	-	-	-	4,894	0.155	2,315	0.073	351	0.011
	Volume	T-3	-	-	-	-	-	-	16,313	0.517	7,716	0.245	1,168	0.037
	Volume	T-4	-	-	-	-	-	-	3,263	0.103	1,543	0.049	234	0.007
	Areal	STOCKYARD	-	-	-	-	-	-	32,626	1.035	15,431	0.489	2,337	0.074
	Areal	STOCKYARD-E	-	-	-	-	-	-	62	0.006	31	0.003	5	0.000
	Point	G-01	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Point	G-02	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Point	G-03	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Road	CAM_INT	944	0.030	5,238	0.000	365	0.012	1,480,821	46.957	422,312	13.391	42,496	1.348
	Road	CAM_INT_S	26	0.001	950	0.000	52	0.002	162,879	5.165	46,451	1.473	4,674	0.148
	Lineal	LO	21,228	0.673	84,680	2.685	1,995	0.063	2,204	0.070	2,204	0.070	2,138	0.068
	Lineal	VA	20,457	0.649	79,112	2.509	3,291	0.104	2,877	0.091	2,877	0.091	2,790	0.088
	Point	INC	60	0.002	476	0.015	450	0.014	27	0.001	27	0.001	27	0.001
		Total	215,109	14.408	545,930	18.318	16,068	0.510	8,423,307	270.740	1,706,822	55.764	204,400	6.687

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

TABLE A.1 (cont.)
PARTICULATE MATTER AND GASES EMISSIONS BY SOURCE
MINE SITE

Year	Type of source	Code of source	Gases						Particulate matter					
			CO		NO _x		SO ₂		PM		PM ₁₀		PM _{2.5}	
			E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2026	Areal	PIT_OUE	175,281	5.885	307,723	10.530	8,302	0.263	273,305	8.708	115,440	3.702	42,215	1.379
	Areal	PIT_OUE-E	-	-	-	-	-	-	208	0.021	104	0.011	16	0.002
	Areal	PIT_OUE-P	-	-	-	-	-	-	7,941	0.465	4,132	0.242	242	0.014
	Volume	PIT_OUE-V	14,845	11.297	1,291	0.982	-	-	4,386	3.338	2,280	1.736	138	0.105
	Areal	PIT_OUE-B	-	-	-	-	-	-	236,464	7.498	47,700	1.513	24,829	0.787
	Areal	WASTE_WD1	18,747	0.594	21,412	0.679	2,157	0.068	374,559	11.877	113,005	3.583	16,109	0.511
	Areal	WASTE_WD1-E	-	-	-	-	-	-	112	0.011	56	0.006	8	0.001
	Volume	WASTE_WD1-B	-	-	-	-	-	-	54,984	1.744	11,091	0.352	5,773	0.183
	Areal	STOCKPILE	47,037	1.492	115,148	3.651	5,011	0.159	30,610	0.971	21,638	0.686	13,723	0.435
	Areal	STOCKPILE-E	-	-	-	-	-	-	3	0.000	1	0.000	0	0.000
	Areal	STOCKPILE-B	-	-	-	-	-	-	61,798	1.960	12,466	0.395	6,489	0.206
	Volume	CRU1-1	-	-	-	-	-	-	755,202	23.947	77,460	2.456	8,877	0.282
	Volume	CRU1-2	-	-	-	-	-	-	755,202	23.947	77,460	2.456	8,877	0.282
	Volume	CRU2-1	-	-	-	-	-	-	2,253,670	71.463	226,736	7.190	8,768	0.278
	Volume	CRU2-2	-	-	-	-	-	-	2,253,670	71.463	226,736	7.190	8,768	0.278
	Areal	PLANT	142	0.005	590	0.019	0	0.000	170,985	5.422	48,747	1.546	4,885	0.155
	Road	HME2-1	504	0.016	2,091	0.066	2	0.000	605,823	19.211	172,718	5.477	17,310	0.549
	Road	HME2-2	293	0.009	1,214	0.039	1	0.000	351,910	11.159	100,328	3.181	10,055	0.319
	Road	HME2-3	428	0.014	1,776	0.056	1	0.000	514,693	16.321	146,737	4.653	14,706	0.466
	Road	HME3-1	315	0.010	1,308	0.041	1	0.000	378,896	12.015	108,022	3.425	10,826	0.343
	Road	HME3-2	230	0.007	954	0.030	1	0.000	276,539	8.769	78,840	2.500	7,901	0.251
	Road	HME3-3	763	0.024	3,166	0.100	3	0.000	917,590	29.097	261,601	8.295	26,218	0.831
	Road	ROAD_CRU	553	0.018	2,295	0.073	2	0.000	664,981	21.086	189,583	6.012	19,000	0.602
	Volume	T-1	-	-	-	-	-	-	7,341	0.233	3,472	0.110	526	0.017
	Volume	T-2	-	-	-	-	-	-	7,341	0.233	3,472	0.110	526	0.017
	Volume	T-3	-	-	-	-	-	-	24,469	0.776	11,573	0.367	1,753	0.056
	Volume	T-4	-	-	-	-	-	-	4,894	0.155	2,315	0.073	351	0.011
	Areal	STOCKYARD	-	-	-	-	-	-	48,939	1.552	23,147	0.734	3,505	0.111
	Areal	STOCKYARD-E	-	-	-	-	-	-	62	0.006	31	0.003	5	0.000
	Point	G-01	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Point	G-02	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Point	G-03	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Road	CAM_INT	944	0.030	5,238	0.000	365	0.012	1,480,821	46.957	422,312	13.391	42,496	1.348
	Road	CAM_INT_S	26	0.001	950	0.000	52	0.002	162,879	5.165	46,451	1.473	4,674	0.148
	Lineal	LO	31,842	1.010	127,020	4.028	2,992	0.095	3,306	0.105	3,306	0.105	3,207	0.102
	Lineal	VA	30,686	0.973	118,668	3.763	4,936	0.157	4,315	0.137	4,315	0.137	4,186	0.133
	Point	INC	60	0.002	476	0.015	450	0.014	27	0.001	27	0.001	27	0.001
	Total		332,544	21.698	756,930	25.520	24,794	0.786	12,691,179	405.915	2,566,556	83.214	320,168	10.303

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

TABLE A.1 (cont.)
PARTICULATE MATTER AND GASES EMISSIONS BY SOURCE
MINE SITE

Year	Type of source	Code of source	Gases						Particulate matter					
			CO		NO _x		SO ₂		PM		PM ₁₀		PM _{2.5}	
			E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2027	Areal	PIT_OUE	285,751	9.787	566,049	19.666	8,676	0.275	435,984	13.918	184,226	5.934	63,585	2.107
	Areal	PIT_OUE-E	-	-	-	-	-	-	208	0.021	104	0.011	16	0.002
	Areal	PIT_OUE-P	-	-	-	-	-	-	18,234	1.067	9,488	0.555	556	0.033
	Volume	PIT_OUE-V	33,660	25.616	2,927	2.228	-	-	10,036	7.638	5,219	3.972	317	0.241
	Areal	PIT_OUE-B	-	-	-	-	-	-	237,382	7.527	47,885	1.518	24,925	0.790
	Areal	WASTE_WD1	14,702	0.466	21,334	0.676	1,690	0.054	520,803	16.515	154,912	4.912	19,483	0.618
	Areal	WASTE_WD1-E	-	-	-	-	-	-	112	0.011	56	0.006	8	0.001
	Volume	WASTE_WD1-B	-	-	-	-	-	-	35,359	1.121	7,133	0.226	3,713	0.118
	Areal	STOCKPILE	55,312	1.754	112,222	3.559	6,118	0.194	60,109	1.906	37,159	1.178	18,362	0.582
	Areal	STOCKPILE-E	-	-	-	-	-	-	3	0.000	1	0.000	0	0.000
	Areal	STOCKPILE-B	-	-	-	-	-	-	97,736	3.099	19,715	0.625	10,262	0.325
	Volume	CRU1-1	-	-	-	-	-	-	1,510,404	47.895	154,921	4.913	17,755	0.563
	Volume	CRU1-2	-	-	-	-	-	-	1,510,404	47.895	154,921	4.913	17,755	0.563
	Volume	CRU2-1	-	-	-	-	-	-	4,507,341	142.927	453,472	14.380	17,535	0.556
	Volume	CRU2-2	-	-	-	-	-	-	4,507,341	142.927	453,472	14.380	17,535	0.556
	Areal	PLANT	322	0.010	1,338	0.042	1	0.000	387,829	12.298	110,568	3.506	11,081	0.351
	Road	HME2-1	1,070	0.034	4,440	0.141	4	0.000	1,286,567	40.797	366,795	11.631	36,761	1.166
	Road	HME2-2	395	0.013	1,639	0.052	1	0.000	474,959	15.061	135,409	4.294	13,571	0.430
	Road	HME2-3	578	0.018	2,397	0.076	2	0.000	694,661	22.028	198,045	6.280	19,848	0.629
	Road	HME3-1	669	0.021	2,777	0.088	2	0.000	804,650	25.515	229,402	7.274	22,991	0.729
	Road	HME3-2	488	0.015	2,027	0.064	2	0.000	587,278	18.622	167,431	5.309	16,780	0.532
	Road	HME3-3	1,620	0.051	6,725	0.213	5	0.000	1,948,657	61.792	555,554	17.617	55,678	1.766
	Road	ROAD_CRU	1,286	0.041	5,338	0.169	4	0.000	1,546,749	49.047	440,972	13.983	44,195	1.401
	Volume	T-1	-	-	-	-	-	-	14,682	0.466	6,944	0.220	1,052	0.033
	Volume	T-2	-	-	-	-	-	-	14,682	0.466	6,944	0.220	1,052	0.033
	Volume	T-3	-	-	-	-	-	-	48,939	1.552	23,147	0.734	3,505	0.111
	Volume	T-4	-	-	-	-	-	-	9,788	0.310	4,629	0.147	701	0.022
	Areal	STOCKYARD	-	-	-	-	-	-	97,878	3.104	46,293	1.468	7,010	0.222
	Areal	STOCKYARD-E	-	-	-	-	-	-	62	0.006	31	0.003	5	0.000
	Point	G-01	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Point	G-02	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Point	G-03	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Road	CAM_INT	944	0.030	5,238	0.000	365	0.012	1,480,821	46.957	422,312	13.391	42,496	1.348
	Road	CAM_INT_S	26	0.001	950	0.000	52	0.002	162,879	5.165	46,451	1.473	4,674	0.148
	Lineal	LO	63,684	2.019	254,040	8.056	5,984	0.190	6,612	0.210	6,612	0.210	6,414	0.203
	Lineal	VA	61,372	1.946	237,336	7.526	9,872	0.313	8,630	0.274	8,630	0.274	8,371	0.265
	Point	INC	60	0.002	476	0.015	450	0.014	27	0.001	27	0.001	27	0.001
	Total		531,788	42.138	1,272,861	44.018	33,748	1.070	23,031,053	738.238	4,462,132	145.660	511,197	16.548

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

TABLE A.1 (cont.)
PARTICULATE MATTER AND GASES EMISSIONS BY SOURCE
MINE SITE

Year	Type of source	Code of source	Gases						Particulate matter					
			CO		NO _x		SO ₂		PM		PM ₁₀		PM _{2.5}	
			E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2028	Areal	PIT_OUE	284,632	9.515	554,379	18.736	9,308	0.295	437,871	13.947	185,436	5.943	64,183	2.096
	Areal	PIT_OUE-E	-	-	-	-	-	-	244	0.025	122	0.012	18	0.002
	Areal	PIT_OUE-P	-	-	-	-	-	-	12,284	0.719	6,392	0.374	375	0.022
	Volume	PIT_OUE-V	22,853	17.392	1,987	1.512	-	-	6,786	5.164	3,529	2.685	214	0.163
	Areal	PIT_OUE-B	-	-	-	-	-	-	261,844	8.303	52,819	1.675	27,494	0.872
	Areal	WASTE_WD1	46,292	1.468	128,827	4.085	4,873	0.155	673,998	21.372	205,544	6.518	32,136	1.019
	Areal	WASTE-WD1-E	-	-	-	-	-	-	138	0.014	69	0.007	10	0.001
	Volume	WASTE_WD1-B	-	-	-	-	-	-	30,243	0.959	6,101	0.193	3,176	0.101
	Areal	STOCKPILE	67,576	2.143	201,932	6.403	4,911	0.156	57,899	1.836	37,552	1.191	20,520	0.651
	Areal	STOCKPILE-E	-	-	-	-	-	-	3	0.000	1	0.000	0	0.000
	Areal	STOCKPILE-B	-	-	-	-	-	-	90,132	2.858	18,181	0.577	9,464	0.300
	Volume	CRU1-1	-	-	-	-	-	-	1,510,404	47.895	154,921	4.913	17,755	0.563
	Volume	CRU1-2	-	-	-	-	-	-	1,510,404	47.895	154,921	4.913	17,755	0.563
	Volume	CRU2-1	-	-	-	-	-	-	4,507,341	142.927	453,472	14.380	17,535	0.556
	Volume	CRU2-2	-	-	-	-	-	-	4,507,341	142.927	453,472	14.380	17,535	0.556
	Areal	PLANT	297	0.009	1,234	0.039	1	0.000	357,480	11.336	101,916	3.232	10,214	0.324
	Road	HME2-1	1,043	0.033	4,330	0.137	3	0.000	1,254,654	39.785	357,697	11.342	35,849	1.137
	Road	HME2-2	565	0.018	2,347	0.074	2	0.000	680,187	21.569	193,919	6.149	19,435	0.616
	Road	HME2-3	827	0.026	3,433	0.109	3	0.000	994,823	31.546	283,620	8.994	28,425	0.901
	Road	HME3-1	652	0.021	2,708	0.086	2	0.000	784,691	24.882	223,712	7.094	22,421	0.711
	Road	HME3-2	476	0.015	1,976	0.063	2	0.000	572,711	18.161	163,278	5.177	16,364	0.519
	Road	HME3-3	1,580	0.050	6,558	0.208	5	0.000	1,900,321	60.259	541,774	17.180	54,297	1.722
	Road	ROAD_CRU	1,165	0.037	4,835	0.153	4	0.000	1,401,184	44.431	399,472	12.667	40,036	1.270
	Volume	T-1	-	-	-	-	-	-	14,682	0.466	6,944	0.220	1,052	0.033
	Volume	T-2	-	-	-	-	-	-	14,682	0.466	6,944	0.220	1,052	0.033
	Volume	T-3	-	-	-	-	-	-	48,939	1.552	23,147	0.734	3,505	0.111
	Volume	T-4	-	-	-	-	-	-	9,788	0.310	4,629	0.147	701	0.022
	Areal	STOCKYARD	-	-	-	-	-	-	97,878	3.104	46,293	1.468	7,010	0.222
	Areal	STOCKYARD-E	-	-	-	-	-	-	62	0.006	31	0.003	5	0.000
	Point	G-01	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Point	G-02	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Point	G-03	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Road	CAM_INT	944	0.030	5,238	0.000	365	0.012	1,480,821	46.957	422,312	13.391	42,496	1.348
	Road	CAM_INT_S	26	0.001	950	0.000	52	0.002	162,879	5.165	46,451	1.473	4,674	0.148
	Lineal	LO	63,684	2.019	254,040	8.056	5,984	0.190	6,612	0.210	6,612	0.210	6,414	0.203
	Lineal	VA	61,372	1.946	237,336	7.526	9,872	0.313	8,630	0.274	8,630	0.274	8,371	0.265
	Point	INC	60	0.002	476	0.015	450	0.014	27	0.001	27	0.001	27	0.001
	Total		563,894	35.037	1,458,196	48.649	36,357	1.153	23,401,233	747.421	4,573,192	147.838	533,696	17.153

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

TABLE A.1 (cont.)
PARTICULATE MATTER AND GASES EMISSIONS BY SOURCE
MINE SITE

Year	Type of source	Code of source	Gases						Particulate matter					
			CO		NO _x		SO ₂		PM		PM ₁₀		PM _{2.5}	
			E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2029	Areal	PIT_OUE	331,311	10.932	651,287	21.660	10,198	0.323	469,968	14.957	204,350	6.534	72,772	2.361
	Areal	PIT_OUE-E	-	-	-	-	-	-	244	0.025	122	0.012	18	0.002
	Areal	PIT_OUE-P	-	-	-	-	-	-	10,703	0.627	5,569	0.326	327	0.019
	Volume	PIT_OUE-V	20,387	15.515	1,773	1.349	-	-	5,923	4.508	3,080	2.344	187	0.144
	Volume	PIT_OUE-B	-	-	-	-	-	-	295,277	9.363	59,563	1.889	31,004	0.983
	Areal	WASTE_WD1	21,940	0.696	33,672	1.068	2,398	0.076	1,032,998	32.756	303,557	9.626	35,965	1.140
	Areal	WASTE-WD1-E	-	-	-	-	-	-	138	0.014	69	0.007	10	0.001
	Volume	WASTE_WD1-B	-	-	-	-	-	-	55,091	1.747	11,113	0.352	5,785	0.183
	Areal	STOCKPILE	55,472	1.759	107,097	3.396	6,089	0.193	57,284	1.816	35,585	1.128	17,776	0.564
	Areal	STOCKPILE-E	-	-	-	-	-	-	3	0.000	1	0.000	0	0.000
	Areal	STOCKPILE-B	-	-	-	-	-	-	113,484	3.599	22,892	0.726	11,916	0.378
	Volume	CRU1-1	-	-	-	-	-	-	1,510,404	47.895	154,921	4.913	17,755	0.563
	Volume	CRU1-2	-	-	-	-	-	-	1,510,404	47.895	154,921	4.913	17,755	0.563
	Volume	CRU2-1	-	-	-	-	-	-	4,507,341	142.927	453,472	14.380	17,535	0.556
	Volume	CRU2-2	-	-	-	-	-	-	4,507,341	142.927	453,472	14.380	17,535	0.556
	Areal	PLANT	225	0.007	934	0.030	1	0.000	270,746	8.585	77,188	2.448	7,736	0.245
	Road	HME2-1	899	0.029	3,732	0.118	3	0.000	1,081,407	34.291	308,305	9.776	30,899	0.980
	Road	HME2-2	850	0.027	3,527	0.112	3	0.000	1,022,055	32.409	291,384	9.240	29,203	0.926
	Road	HME2-3	1,243	0.039	5,158	0.164	4	0.000	1,494,828	47.401	426,170	13.514	42,711	1.354
	Road	HME2-4	9	0.000	39	0.001	0	0.000	44,475	1.410	12,680	0.402	1,271	0.040
	Road	HME3-1	562	0.018	2,334	0.074	2	0.000	676,338	21.447	192,821	6.114	19,325	0.613
	Road	HME3-2	410	0.013	1,703	0.054	1	0.000	493,629	15.653	140,732	4.463	14,104	0.447
	Road	HME3-3	1,362	0.043	5,652	0.179	5	0.000	1,637,918	51.938	466,964	14.807	46,800	1.484
	Road	HME3-4	63	0.002	261	0.008	0	0.000	42,427	1.345	12,096	0.384	1,212	0.038
	Road	ROAD_CRU	536	0.017	2,223	0.071	2	0.000	644,294	20.430	183,686	5.825	18,409	0.584
	Volume	T-1	-	-	-	-	-	-	14,682	0.466	6,944	0.220	1,052	0.033
	Volume	T-2	-	-	-	-	-	-	14,682	0.466	6,944	0.220	1,052	0.033
	Volume	T-3	-	-	-	-	-	-	48,939	1.552	23,147	0.734	3,505	0.111
	Volume	T-4	-	-	-	-	-	-	9,788	0.310	4,629	0.147	701	0.022
	Areal	STOCKYARD	-	-	-	-	-	-	97,878	3.104	46,293	1.468	7,010	0.222
	Areal	STOCKYARD-E	-	-	-	-	-	-	62	0.006	31	0.003	5	0.000
	Point	G-01	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Point	G-02	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Point	G-03	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Road	CAM_INT	985	0.031	6,246	0.000	421	0.013	1,590,371	50.430	453,566	14.382	45,656	1.448
	Road	CAM_INT_S	33	0.001	1,187	0.000	65	0.002	209,898	6.656	59,859	1.898	6,022	0.191
	Lineal	LO	63,684	2.019	254,040	8.056	5,984	0.190	6,612	0.210	6,612	0.210	6,414	0.203
	Lineal	VA	61,372	1.946	237,336	7.526	9,872	0.313	8,630	0.274	8,630	0.274	8,371	0.265
	Point	INC	60	0.002	476	0.015	450	0.014	27	0.001	27	0.001	27	0.001
	Total		571,252	33.409	1,364,288	45.327	36,015	1.142	23,489,534	749.541	4,594,646	148.161	541,004	17.357

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

TABLE A.2
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - DRILLING
MINE SITE

Year	Code of source	Source	Number of holes (N) ⁽¹⁾	EF - PTS ⁽²⁾	EF - PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
			N/year	kg/t	kg/t	kg/t	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2023	PIT_OUE_PM2-P	No. of drilling - Oueleba Pit_Pre-Mine-2	5,687	0.59	0.31	0.02	3,355	0.196	1,746	0.102	102	0.006
	Total						3,355	0.196	1,746	0.102	102	0.006
2024	PIT_OUE_PM1-P	No. of drilling - Oueleba Pit_Pre-Mine-1	7,754	0.59	0.31	0.02	4,575	0.268	2,380	0.139	140	0.008
	Total						4,575	0.268	2,380	0.139	140	0.008
2025	PIT_OUE_P1-P	No. of drilling - Oueleba Pit_Phase 1	9,181	0.59	0.31	0.02	5,417	0.317	2,819	0.165	165	0.010
	Total						5,417	0.317	2,819	0.165	165	0.010
2026	PIT_OUE_P2-P	No. of drilling - Oueleba Pit_Phase 2	13,460	0.59	0.31	0.02	7,941	0.465	4,132	0.242	242	0.014
	Total						7,941	0.465	4,132	0.242	242	0.014
2027	PIT_OUE_P2-P	No. of drilling - Oueleba Pit_Phase 2	30,905	0.59	0.31	0.02	18,234	1.067	9,488	0.555	556	0.033
	Total						18,234	1.067	9,488	0.555	556	0.033
2028	PIT_OUE_P3-P	No. of drilling - Oueleba Pit_Phase 3	20,820	0.59	0.31	0.02	12,284	0.719	6,392	0.374	375	0.022
	Total						12,284	0.719	6,392	0.374	375	0.022
2029	PIT_OUE_P3-P	No. of drilling - Oueleba Pit_Phase 3	18,140	0.59	0.31	0.02	10,703	0.627	5,569	0.326	327	0.019
	Total						10,703	0.627	5,569	0.326	327	0.019

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: quantity records provided by Rio Tinto, 2022.

(2) Source: Emissions Inventory Guidance - Mineral Handling and Processing Industries (MDAQMD, 2000; rev 2013): 0,0008 lb/ton (drilling).

Equation used (MDAQMD, 2000):

$$E = EF \times N$$

**TABLE A.3
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - BLASTING
MINE SITE**

Year	Code of source	Source	Number of blasts (V) ⁽¹⁾	Blasting area ⁽¹⁾	EF-PM	EF - PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
			# V	m ²	kg/V	kg/V	kg/V	E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾	E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾	E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾
2023	PIT_OUE_PM2-V	No. of drilling - Oueleba Pit_Pre-Mine-2	480	514	2.567	1.335	0.077	1,232	0.937	641	0.487	37	0.028
	Total							1,232	0.937	641	0.487	37	0.028
2024	PIT_OUE_PM1-V	No. of drilling - Oueleba Pit_Pre-Mine-1	645	521	2.619	1.362	0.079	1,691	1.287	879	0.669	51	0.039
	Total							1,691	1.287	879	0.669	51	0.039
2025	PIT_OUE_P1-V	No. of drilling - Oueleba Pit_Phase 1	308	1,293	10.233	5.321	0.307	2,995	2.701	1,558	1.405	95	0.085
	Total							2,995	2.701	1,558	1.405	95	0.085
2026	PIT_OUE_P2-V	No. of drilling - Oueleba Pit_Phase 2	453	1,290	10.194	5.301	0.306	4,386	3.338	2,280	1.736	138	0.105
	Total							4,386	3.338	2,280	1.736	138	0.105
2027	PIT_OUE_P2-V	No. of drilling - Oueleba Pit_Phase 2	1,047	1,282	10.093	5.248	0.303	10,036	7.638	5,219	3.972	317	0.241
	Total							10,036	7.638	5,219	3.972	317	0.241
2028	PIT_OUE_P3-V	No. of drilling - Oueleba Pit_Phase 3	700	1,291	10.205	5.306	0.306	6,786	5.164	3,529	2.685	214	0.163
	Total							6,786	5.164	3,529	2.685	214	0.163
2029	PIT_OUE_P3-V	No. of drilling - Oueleba Pit_Phase 3	608	1,296	10.260	5.335	0.308	5,923	4.508	3,080	2.344	187	0.144
	Total							5,923	4.508	3,080	2.344	187	0.144

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: record of number of blasting operations reported by RIO TINTO (2022).

(2) Source: Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors - Section 11.9 Western Surface Coal Mining (USEPA, 1998).

(3) Blasting emissions are dispersed within 1 hour between 12:00 pm and 2:00 pm.

Data:

Pit retention for PM₁₀ emissions (%) =

5.00 Source: Guía National Pollutant Inventory - Emission Inventory Technique Manual for Mining January 2012 (Table 4).

Emission factor equation (US EPA, 1998):

$$EF = k \times 0,00022 \times (A)^{1,5}$$

k - PM₁₀ = 0,52

k - PM_{2,5} = 0,03

$$E = EF \times V \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

TABLE A.4
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - BULLDOZING
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Total hours used ⁽¹⁾	EF- PM ⁽²⁾	EF- PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
				hour-eq/año	kg/hour-eq	kg/hour-eq	kg/hour-eq	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s
2023	PIT_OUE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ouéléba Pit	33,232	4.354	0.878	0.457	144,700	4.588	29,189	0.926	15,193	0.482
	WASTE_WD1-B	Mine	Earthmoving (grader) - WD1 WRF	11,729	4.354	0.878	0.457	51,070	1.619	10,302	0.327	5,362	0.170
	STOCKPILE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ore Stockpile	19,910	4.354	0.878	0.457	86,693	2.749	17,488	0.555	9,103	0.289
	Total							282,463	8.957	56,979	1.807	29,659	0.940
2024	PIT_OUE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ouéléba Pit	27,367	4.354	0.878	0.457	119,164	3.779	24,038	0.762	12,512	0.397
	WASTE_WD1-B	Mine	Earthmoving (grader) - WD1 WRF	11,729	4.354	0.878	0.457	51,070	1.619	10,302	0.327	5,362	0.170
	STOCKPILE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ore Stockpile	14,480	4.354	0.878	0.457	63,050	1.999	12,718	0.403	6,620	0.210
	Total							233,284	7.397	47,058	1.492	24,495	0.777
2025	PIT_OUE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ouéléba Pit	23,458	4.354	0.878	0.457	102,140	3.838	20,604	0.774	10,725	0.403
	WASTE_WD1-B	Mine	Earthmoving (grader) - WD1 WRF	7,819	4.354	0.878	0.457	34,047	1.279	6,868	0.258	3,575	0.134
	STOCKPILE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ore Stockpile	1,396	4.354	0.878	0.457	6,078	0.228	1,226	0.046	638	0.024
	Total							142,266	5.346	28,698	1.078	14,938	0.561
2026	PIT_OUE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ouéléba Pit	54,306	4.354	0.878	0.457	236,464	7.498	47,700	1.513	24,829	0.787
	WASTE_WD1-B	Mine	Earthmoving (grader) - WD1 WRF	12,628	4.354	0.878	0.457	54,984	1.744	11,091	0.352	5,773	0.183
	STOCKPILE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ore Stockpile	14,193	4.354	0.878	0.457	61,798	1.960	12,466	0.395	6,489	0.206
	Total							353,247	11.201	71,257	2.260	37,091	1.176
2027	PIT_OUE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ouéléba Pit	54,517	4.354	0.878	0.457	237,382	7.527	47,885	1.518	24,925	0.790
	WASTE_WD1-B	Mine	Earthmoving (grader) - WD1 WRF	8,120	4.354	0.878	0.457	35,359	1.121	7,133	0.226	3,713	0.118
	STOCKPILE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ore Stockpile	22,446	4.354	0.878	0.457	97,736	3.099	19,715	0.625	10,262	0.325
	Total							370,477	11.748	74,733	2.370	38,900	1.234
2028	PIT_OUE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ouéléba Pit	60,135	4.354	0.878	0.457	261,844	8.303	52,819	1.675	27,494	0.872
	WASTE_WD1-B	Mine	Earthmoving (grader) - WD1 WRF	6,946	4.354	0.878	0.457	30,243	0.959	6,101	0.193	3,176	0.101
	STOCKPILE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ore Stockpile	20,700	4.354	0.878	0.457	90,132	2.858	18,181	0.577	9,464	0.300
	Total							382,219	12.120	77,101	2.445	40,133	1.273
2029	PIT_OUE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ouéléba Pit	67,813	4.354	0.878	0.457	295,277	9.363	59,563	1.889	31,004	0.983
	WASTE_WD1-B	Mine	Earthmoving (grader) - WD1 WRF	12,652	4.354	0.878	0.457	55,091	1.747	11,113	0.352	5,785	0.183
	STOCKPILE-B	Mine	Earthmoving (grader) - Ore Stockpile	26,063	4.354	0.878	0.457	113,484	3.599	22,892	0.726	11,916	0.378
	Total							463,852	14.709	93,568	2.967	48,704	1.544

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on information provided by RIO TINTO (2022).

(2) Source: Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors - Section 11.9 Western Surface Coal Mining (USEPA, 1998).

Data:

Material silt content - s (%) =	6.90	Source: AP-42 Guidance, section 11.9 Western Surface Coal Mining (U.S. EPA, 1998).
Material moisture content - M (%) =	4.00	Source: RIO TINTO (September 2022)

Emission factor equation (USEPA, 1998):

$$EF_{PM_{10}} = k \times 2,6 \times s^{1,2} / M^{1,3}$$

$$EF_{PM_{10}} = k \times 0,45 \times s^{1,5} / M^{1,4}$$

$$EF_{PM_{2,5}} = k \times 2,6 \times s^{1,2} / M^{1,3}$$

k - PM = 1.00
k - PM₁₀ = 0.75
k - PM_{2.5} = 0.105

$$E_c = E \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

TABLE A.5
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - GRADERS
MINING OPERATION

Year	Code of source	Zone	Source	Total hours used ⁽¹⁾	Vehicle kilometer traveled	EF- PM ⁽²⁾	EF- PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
				hour-eq/year	VKT	kg/km	kg/km	kg/km	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s
2023	PIT_OUE	Mine	Earthmoving (graders) - Oueléba Pit	18,297	201,266	1.364	0.407	0.042	274,620	8.708	81,827	2.595	8,513	0.270
	WASTE_WD1	Mine	Earthmoving (graders) - WD1 WRF	12,198	134,177	1.364	0.407	0.042	183,080	5.805	54,551	1.730	5,675	0.180
	Total								457,699	14,514	136,378	4,325	14,189	0.450
2024	PIT_OUE	Mine	Earthmoving (graders) - Oueléba Pit	12,198	134,177	1.364	0.407	0.042	183,080	5.805	54,551	1.730	5,675	0.180
	WASTE_WD1	Mine	Earthmoving (graders) - WD1 WRF	8,132	89,452	1.364	0.407	0.042	122,053	3.870	36,367	1.153	3,784	0.120
	Total								305,133	9,676	90,919	2,883	9,459	0.300
2025	PIT_OUE	Mine	Earthmoving (graders) - Oueléba Pit	12,198	134,177	1.364	0.407	0.042	183,080	5.805	54,551	1.730	5,675	0.180
	WASTE_WD1	Mine	Earthmoving (graders) - WD1 WRF	8,132	89,452	1.364	0.407	0.042	122,053	3.870	36,367	1.153	3,784	0.120
	Total								305,133	9,676	90,919	2,883	9,459	0.300
2026	PIT_OUE	Mine	Earthmoving (graders) - Oueléba Pit	12,198	134,177	1.364	0.407	0.042	183,080	5.805	54,551	1.730	5,675	0.180
	WASTE_WD1	Mine	Earthmoving (graders) - WD1 WRF	8,132	89,452	1.364	0.407	0.042	122,053	3.870	36,367	1.153	3,784	0.120
	Total								305,133	9,676	90,919	2,883	9,459	0.300
2027	PIT_OUE	Mine	Earthmoving (graders) - Oueléba Pit	18,297	201,266	1.364	0.407	0.042	274,620	8.708	81,827	2.595	8,513	0.270
	WASTE_WD1	Mine	Earthmoving (graders) - WD1 WRF	12,198	134,177	1.364	0.407	0.042	183,080	5.805	54,551	1.730	5,675	0.180
	Total								457,699	14,514	136,378	4,325	14,189	0.450
2028	PIT_OUE	Mine	Earthmoving (graders) - Oueléba Pit	18,297	201,266	1.364	0.407	0.042	274,620	8.708	81,827	2.595	8,513	0.270
	WASTE_WD1	Mine	Earthmoving (graders) - WD1 WRF	12,198	134,177	1.364	0.407	0.042	183,080	5.805	54,551	1.730	5,675	0.180
	Total								457,699	14,514	136,378	4,325	14,189	0.450
2029	PIT_OUE	Mine	Earthmoving (graders) - Oueléba Pit	18,297	201,266	1.364	0.407	0.042	274,620	8.708	81,827	2.595	8,513	0.270
	WASTE_WD1	Mine	Earthmoving (graders) - WD1 WRF	12,198	134,177	1.364	0.407	0.042	183,080	5.805	54,551	1.730	5,675	0.180
	Total								457,699	14,514	136,378	4,325	14,189	0.450

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on information provided by RIO TINTO (2022).

(2) Source: Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors - Section 11.9 Western Surface Coal Mining (USEPA, 1998).

Data:

Scale factor k for >10 µm = 1	1.00	Source: AP-42 Guidance, Section 11.9 Western Surface Coal Mining (U.S. EPA, 1998).
Scale factor k for 10 µm =	0.60	Source: AP-42 Guidance, Section 11.9 Western Surface Coal Mining (U.S. EPA, 1998).
Scale factor k for 2.5 µm = 2.5 µm	0.031	Source: AP-42 Guidance, Section 11.9 Western Surface Coal Mining (U.S. EPA, 1998).
Average vehicle velocity (S) (km/h) =	11.00	Source: RIO TINTO (September 2022)

Equations used (USEPA, 1998):

$$EF_{PM_{10}} = 0,0034 \times S^{2.5}$$

$$EF_{PM_{10}} = k \times 0,0056 \times S^2$$

$$EF_{PM_{2.5}} = k \times 0,0034 \times S^{2.5}$$

$$E_c = E \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

TABLE A.6
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - USE OF HEAVY EQUIPMENT (VEHICLE EXHAUST)
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type ⁽¹⁾	Power	Load factor (LF) ⁽³⁾	Total hours	EF - PM ^(3,4)	EF - PM ₁₀ ⁽³⁾	EF - PM _{2.5} ⁽³⁾	NPI Table	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
					P ⁽²⁾		used ⁽¹⁾																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
					kW		hour-eq/year	kg/kWh	kg/kWh	kg/kWh		N°	Ec - kg/year	E - g/s	Ec - kg/year	E - g/s	Ec - kg/year	E - g/s																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2023	PIT_OUE	Mine	Shovel	CAT 6060	2,256	1.00	7,572	4.26E-04	4.26E-04	4.16E-04	42	7,277	0.231	7,277	0.231	7,106	0.225																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	33,232	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	10,754	0.341	10,754	0.341	9,896	0.314																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Drilling Machine	Sandvick DR 410	563	1.00	4,723	4.26E-04	4.26E-04	4.16E-04	42	1,133	0.066	1,133	0.066	1,106	0.065																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Wheel loader	CAT 992	607	0.50	8,123	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	2,663	0.084	2,663	0.084	2,451	0.078																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	12,198	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	1,396	0.044	1,396	0.044	1,284	0.04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	6,099	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	575	0.018	575	0.018	529	0.017																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	19,548	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	35	0.001	35	0.001	32	0.001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	6,226	1.04E-03	1.04E-03	9.57E-04	34	312	0.010	312	0.010	287	0.009																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Total											24,146	0.796	24,146	0.796	22,693	0.749																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	WASTE_WD1	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	11,729	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	3,795	0.120	3,795	0.120	3,493	0.111																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Wheel loader	CAT 992	607	0.50	5,139	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	1,685	0.053	1,685	0.053	1,550	0.049																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	8,132	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	931	0.030	931	0.030	856	0.027																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	4,066	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	384	0.012	384	0.012	353	0.011																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	12,367	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	22	0.001	22	0.001	20	0.001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	3,939	1.04E-03	1.04E-03	9.57E-04	34	198	0.006	198	0.006	182	0.006																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Total											7,014	0.222	7,014	0.222	6,455	0.205																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	STOCKPILE	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	19,910	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	6,443	0.204	6,443	0.204	5,929	0.188																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Wheel loader	CAT 992	607	0.50	12,104	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	3,967	0.126	3,967	0.126	3,651	0.116																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	7,181	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	13	0.000	13	0.000	12	0.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Total											10,423	0.331	10,423	0.331	9,592	0.304																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: RIO TINTO Equipment Log (2022).

(2) Source: Equipment data sheets.

(3) Source: National Pollutant Inventory, Emission Estimation Technique Manual for Combustion Engines (NPI, 2008).

(4) The PM10 total is assumed to equal total particulate matter.

Equation used (NPI, 2008):

$$E = P \times LF \times T \times EF$$

TABLE A.6 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - USE OF HEAVY EQUIPMENT (VEHICLE EXHAUST)
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type ⁽¹⁾	Power	Load factor (LF) ⁽³⁾	Total hours	EF - PM ^(3,4)	EF - PM ₁₀ ⁽³⁾	EF - PM _{2.5} ⁽³⁾	NPI Table	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions		
					p ⁽²⁾		used ⁽¹⁾											
					kW		h-mag/year	kg/kWh	kg/kWh	kg/kWh		N°	Ec - kg/year	E - g/s	Ec - kg/year	E - g/s	Ec - kg/year	E - g/s
2025	PIT_OUE	Mine	Shovel	CAT 6060	2,256	1.00	7,555	4.26E-04	4.26E-04	4.16E-04	42	7,261	0.230	7,261	0.230	7,090	0.225	
		Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	23,458	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	7,591	0.241	7,591	0.241	6,985	0.222	
		Mine	Drilling Machine	Sandvick DR 410	563	1.00	4,723	4.26E-04	4.26E-04	4.16E-04	42	1,133	0.066	1,133	0.066	1,106	0.065	
		Mine	Wheel loader	CAT 992	607	0.50	8,123	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	2,663	0.084	2,663	0.084	2,451	0.078	
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	6,099	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	698	0.022	698	0.022	642	0.020	
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	6,099	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	575	0.018	575	0.018	529	0.017	
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	18,818	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	34	0.001	34	0.001	31	0.001	
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	8,472	1.04E-03	1.04E-03	9.57E-04	34	425	0.013	425	0.013	391	0.012	
	Total											20,379	0.677	20,379	0.677	19,226	0.639	
	WASTE_WD1	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	7,819	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	2,530	0.080	2,530	0.080	2,328	0.074	
		Mine	Wheel loader	CAT 992	607	0.50	1,353	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	443	0.014	443	0.014	408	0.013	
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	4,066	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	465	0.015	465	0.015	428	0.014	
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	4,066	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	384	0.012	384	0.012	353	0.011	
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	3,760	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	7	0.000	7	0.000	6	0.000	
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	1,693	1.04E-03	1.04E-03	9.57E-04	34	85	0.003	85	0.003	78	0.002	
	Total											3,914	0.124	3,914	0.124	3,602	0.114	
	STOCKPILE	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	1,396	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	452	0.014	452	0.014	416	0.013	
		Mine	Wheel loader	CAT 994	1,297	0.50	13,048	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	9,139	0.290	9,139	0.290	8,411	0.267	
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	16,518	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	30	0.001	30	0.001	27	0.001	
	Total											9,620	0.305	9,620	0.305	8,854	0.281	
	TOTAL																	
2026	PIT_OUE	Mine	Shovel	CAT 6060	2,256	1.00	12,223	4.26E-04	4.26E-04	4.16E-04	42	11,747	0.373	11,747	0.373	11,471	0.364	
		Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	50,825	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	16,447	0.522	16,447	0.522	15,135	0.480	
		Mine	Drilling Machine	Sandvick DR 410	563	1.00	6,470	4.26E-04	4.26E-04	4.16E-04	42	1,552	0.091	1,552	0.091	1,515	0.089	
		Mine	Wheel loader	CAT 992	607	0.50	8,123	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	2,663	0.084	2,663	0.084	2,451	0.078	
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	3,482	5.51E-04	5.51E-04	5.07E-04	28	442	0.014	442	0.014	407	0.013	
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	6,099	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	698	0.022	698	0.022	642	0.020	
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	6,099	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	575	0.018	575	0.018	529	0.017	
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	17,408	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	31	0.001	31	0.001	29	0.001	
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	8,079	1.04E-03	1.04E-03	9.57E-04	34	405	0.013	405	0.013	373	0.012	
		Total											34,561	1.138	34,561	1.138	32,553	1.073
	WASTE_WD1	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	11,729	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	3,795	0.120	3,795	0.120	3,493	0.111	
		Mine	Wheel loader	CAT 992	607	0.50	2,097	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	687	0.022	687	0.022	633	0.020	
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	899	5.51E-04	5.51E-04	5.07E-04	28	114	0.004	114	0.004	105	0.003	
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	4,066	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	465	0.015	465	0.015	428	0.014	
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	4,066	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	384	0.012	384	0.012	353	0.011	
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	4,495	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	8	0.000	8	0.000	7	0.000	
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	2,086	1.04E-03	1.04E-03	9.57E-04	34	105	0.003	105	0.003	96	0.003	
		Total											5,559	0.176	5,559	0.176	5,115	0.162
	STOCKPILE	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	10,754	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	3,480	0.110	3,480	0.110	3,202	0.102	
		Mine	Wheel loader	CAT 994	1,297	0.50	13,795	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	9,662	0.306	9,662	0.306	8,892	0.282	
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	3,439	5.51E-04	5.51E-04	5.07E-04	28	437	0.014	437	0.014	402	0.013	
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	4,295	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	8	0.000	8	0.000	7	0.000	
	Total											13,586	0.431	13,586	0.431	12,503	0.396	
	TOTAL																	

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: RIO TINTO Equipment Log (2022).

(2) Source: Equipment data sheets.

(3) Source: National Pollutant Inventory, Emission Estimation Technique Manual for Combustion Engines (NPI, 2008).

(4) The PM10 total is assumed to equal total particulate matter.

Equation used (NPI, 2008):

$$E = P \times LF \times T \times EF$$

TABLE A.6 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - USE OF HEAVY EQUIPMENT (VEHICLE EXHAUST)
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type ⁽¹⁾	Power	Load factor (LF) ⁽³⁾	Total hours	EF - PM ^(3,4)	EF - PM ₁₀ ⁽³⁾	EF - PM _{2.5} ⁽³⁾	NPI Table	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
					P ⁽²⁾		used ⁽¹⁾	h-mag/year	kg/kWh	kg/kWh	kg/kWh	N°	Ec - kg/year	E - g/s	Ec - kg/year	E - g/s	Ec - kg/year	E - g/s																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
					kW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2027	PIT_OUE	Mine	Shovel	CAT 6060	2,256	1.00	24,568	4.26E-04	4.26E-04	4.16E-04	42	23,611	0.749	23,611	0.749	23,057	0.731																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	52,780	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	17,079	0.542	17,079	0.542	15,717	0.498																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Drilling Machine	Sandvick DR 410	563	1.00	14,387	4.26E-04	4.26E-04	4.16E-04	42	3,451	0.202	3,451	0.202	3,370	0.197																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Wheel loader	CAT 992	607	0.50	8,123	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	2,663	0.084	2,663	0.084	2,451	0.078																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	1,738	5.51E-04	5.51E-04	5.07E-04	28	221	0.007	221	0.007	203	0.006																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	12,198	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	1,396	0.044	1,396	0.044	1,284	0.041																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	6,099	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	575	0.018	575	0.018	529	0.017																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	28,394	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	51	0.002	51	0.002	47	0.001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	8,663	1.04E-03	1.04E-03	9.57E-04	34	435	0.014	435	0.014	400	0.013																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Total											49,482	1.662	49,482	1.662	47,058	1.583																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	WASTE_WD1	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	7,819	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	2,530	0.080	2,530	0.080	2,328	0.074																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Wheel loader	CAT 992	607	0.50	1,408	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	462	0.015	462	0.015	425	0.013																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	301	5.51E-04	5.51E-04	5.07E-04	28	38	0.001	38	0.001	35	0.001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	8,132	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	931	0.030	931	0.030	856	0.027																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	4,066	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	384	0.012	384	0.012	353	0.011																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	4,923	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	9	0.000	9	0.000	8	0.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	1,502	1.04E-03	1.04E-03	9.57E-04	34	75	0.002	75	0.002	69	0.002																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Total											4,429	0.140	4,429	0.140	4,075	0.129																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	STOCKPILE	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	20,535	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	6,645	0.211	6,645	0.211	6,115	0.194																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Wheel loader	CAT 994	1,297	0.50	13,733	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	9,618	0.305	9,618	0.305	8,852	0.281																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	1,911	5.51E-04	5.51E-04	5.07E-04	28	243	0.008	243	0.008	223	0.007																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	31,843	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	57	0.002	57	0.002	53	0.002																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	Total												16,563	0.525	16,563	0.525	15,243	0.483																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: RIO TINTO Equipment Log (2022).

(2) Source: Equipment data sheets.

(3) Source: National Pollutant Inventory, Emission Estimation Technique Manual for Combustion Engines (NPI, 2008).

(4) The PM10 total is assumed to equal total particulate matter.

Equation used (NPI, 2008):

$$E = P \times LF \times T \times EF$$

TABLE A.6 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - USE OF HEAVY EQUIPMENT (VEHICLE EXHAUST)
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type ⁽¹⁾	Power	Load factor (LF) ⁽³⁾	Total hours	EF - PM ⁽³⁾	EF - PM ₁₀ ⁽³⁾	EF - PM _{2.5} ⁽³⁾	NPI Table	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions		
					p ⁽²⁾		used ⁽¹⁾	kg/kWh	kg/kWh	kg/kWh		N°	Ec - kg/year	E - g/s	Ec - kg/year	E - g/s	Ec - kg/year	E - g/s
					kW		h-mag/year	kg/kWh	kg/kWh	kg/kWh		N°	Ec - kg/year	E - g/s	Ec - kg/year	E - g/s	Ec - kg/year	E - g/s
2029	PIT_OUE	Mine	Shovel	CAT 6060	2,256	1.00	30,343	4.26E-04	4.26E-04	4.16E-04	42	29,161	0.925	29,161	0.925	28,477	0.903	
		Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	62,554	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	20,242	0.642	20,242	0.642	18,628	0.59	
		Mine	Drilling Machine	Sandvick DR 410	563	1.00	8,445	4.26E-04	4.26E-04	4.16E-04	42	2,025	0.119	2,025	0.119	1,978	0.116	
		Mine	Wheel loader	CAT 992	607	0.50	8,123	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	2,663	0.084	2,663	0.084	2,451	0.078	
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	5,260	5.51E-04	5.51E-04	5.07E-04	28	668	0.021	668	0.021	615	0.019	
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	12,198	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	1,396	0.044	1,396	0.044	1,284	0.041	
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	6,099	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	575	0.018	575	0.018	529	0.017	
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	33,117	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	60	0.002	60	0.002	55	0.002	
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	7,500	1.04E-03	1.04E-03	9.57E-04	34	376	0.012	376	0.012	346	0.011	
		Total											57,167	1.867	57,167	1.867	54,362	1.777
	WASTE_WD1	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	10,783	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	3,489	0.111	3,489	0.111	3,211	0.102	
		Mine	Wheel loader	CAT 992	607	0.50	2,887	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	946	0.030	946	0.030	871	0.028	
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	1,869	5.51E-04	5.51E-04	5.07E-04	28	237	0.008	237	0.008	218	0.007	
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	8,132	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	931	0.030	931	0.030	856	0.027	
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	4,066	1.06E-03	1.06E-03	9.75E-04	29	384	0.012	384	0.012	353	0.011	
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	11,769	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	21	0.001	21	0.001	19	0.001	
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	2,665	1.04E-03	1.04E-03	9.57E-04	34	134	0.004	134	0.004	123	0.004	
		Total											6,142	0.195	6,142	0.195	5,652	0.179
	STOCKPILE	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	21,463	9.28E-04	9.28E-04	8.54E-04	26	6,945	0.220	6,945	0.220	6,391	0.203	
		Mine	Wheel loader	CAT 994	1,297	0.50	12,179	1.08E-03	1.08E-03	9.94E-04	31	8,530	0.270	8,530	0.270	7,851	0.249	
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	4,600	5.51E-04	5.51E-04	5.07E-04	28	584	0.019	584	0.019	537	0.017	
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	28,962	1.21E-03	1.21E-03	1.11E-03	35	52	0.002	52	0.002	48	0.002	
		Total											16,111	0.511	16,111	0.511	14,827	0.470
TOTAL												79,421	2.573	79,421	2.573	74,842	2.426	

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: RIO TINTO Equipment Log (2022).

(2) Source: Equipment data sheets.

(3) Source: National Pollutant Inventory, Emission Estimation Technique Manual for Combustion Engines (NPI, 2008).

(4) The PM10 total is assumed to equal total particulate matter.

Equation used (NPI, 2008):

$$E = P \times LF \times T \times EF$$

TABLE A.7
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - LOADING OF MATERIAL
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type of material	Material (Q) ⁽¹⁾	EF- PM ⁽²⁾	EF- PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
					kt/year	kg/t	kg/t	kg/t	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2023	PIT_OUE	Mine	Oueleba Pit truck loading	Ore and waste rock	24,859	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	34,483	1.093	16,310	0.517	2,470	0.078
	Total								34,483	1.093	16,310	0.517	2,470	0.078
2024	PIT_OUE	Mine	Oueleba Pit truck loading	Ore and waste rock	27,794	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	38,555	1.223	18,235	0.578	2,761	0.088
	Total								38,555	1.223	18,235	0.578	2,761	0.088
2025	PIT_OUE	Mine	Oueleba Pit truck loading	Ore and waste rock	24,803	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	34,405	1.091	16,273	0.516	2,464	0.078
	STOCKPILE	Mine	Truck loading of ore stockpiles	Ore	1,925	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	2,670	0.085	1,263	0.040	191	0.006
	Total								37,075	1.176	17,536	0.556	2,655	0.084
2026	PIT_OUE	Mine	Oueleba Pit truck loading	Ore and waste rock	40,129	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	55,665	1.765	26,328	0.835	3,987	0.126
	STOCKPILE	Mine	Truck loading of ore stockpiles	Ore	9,865	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	13,684	0.434	6,472	0.205	980	0.031
	Total								69,349	2.199	32,800	1.040	4,967	0.157
2027	PIT_OUE	Mine	Oueleba Pit truck loading	Ore and waste rock	80,657	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	111,883	3.548	52,917	1.678	8,013	0.254
	STOCKPILE	Mine	Truck loading of ore stockpiles	Ore	23,779	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	32,985	1.046	15,601	0.495	2,362	0.075
	Total								144,868	4.594	68,518	2.173	10,376	0.329
2028	PIT_OUE	Mine	Oueleba Pit truck loading	Ore and waste rock	81,583	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	113,167	3.588	53,525	1.697	8,105	0.257
	STOCKPILE	Mine	Truck loading of ore stockpiles	Ore	21,954	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	30,454	0.966	14,404	0.457	2,181	0.069
	Total								143,621	4.554	67,929	2.154	10,286	0.326
2029	PIT_OUE	Mine	Oueleba Pit truck loading	Ore and waste rock	99,616	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	138,182	4.382	65,356	2.072	9,897	0.314
	STOCKPILE	Mine	Truck loading of ore stockpiles	Ore	22,902	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	31,769	1.007	15,026	0.476	2,275	0.072
	Total								169,950	5.389	80,382	2.549	12,172	0.386

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: I0016-0000-G-REP-00059 - October 2022 Simandou 60Mtpa Simfer Jersey JV BFS Report - Chapter 18 - Planning and Design.

(2) Source: Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995).

Data:

Annual mean wind speed - U (m/s) = 4.54
 Material moisture content - M (%) = 3.5

Source: WRF model output for the period 2017 to 2021, located at 513209E 956138N.
 Source: Mine_Annex 08A_Air Quality Info

Emission factor equation (US EPA, 2006):

$$EF = k \times 0.0016 \times \left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3} \left/\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}\right.$$

k - PTS = 0.74
 k - PM₁₀ = 0.35
 k - PM_{2.5} = 0.053

$$E = Q \times EF$$

$$Ec = E \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

TABLE A.8
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - UNLOADING OF MATERIAL
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type of material	Material (Q) ⁽¹⁾	EF- PM ⁽²⁾	EF- PM ₁₀ ⁽²⁾	EF- PM _{2.5} ⁽²⁾	Emissions control ⁽³⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
					kTm/year	kg/t	kg/t	kg/t	%	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s
2023	STOCKPILE	Mine	Ore unloading into the ore stockpile	Ore	8,455	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	2,932	0.093	1,387	0.044	210	0.007
	WASTE_WD-1	Mine	Unloading of waste rock into the north WRF (WD1)	Waste Rock	15,727	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	5,454	0.173	2,580	0.082	391	0.012
	Total									8,386	0.266	3,966	0.126	601	0.019
2024	STOCKPILE	Mine	Ore unloading into the ore stockpile	Ore	9,030	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	3,132	0.099	1,481	0.047	224	0.007
	WASTE_WD-1	Mine	Unloading of waste rock into the north WRF (WD1)	Waste Rock	18,042	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	6,257	0.198	2,959	0.094	448	0.014
	Total									9,388	0.298	4,440	0.141	672	0.021
2025	STOCKPILE	Mine	Ore unloading into the ore stockpile	Ore	1,772	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	614	0.019	291	0.009	44	0.001
	CRU1-1	Mine	Unloading into primary crusher N°1	Ore	10,000	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	3,468	0.110	1,640	0.052	248	0.008
	CRU1-2	Mine	Unloading into primary crusher N°2	Ore	10,000	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	3,468	0.110	1,640	0.052	248	0.008
	WASTE_WD-1	Mine	Unloading of waste rock into the north WRF (WD1)	Waste Rock	4,956	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	1,719	0.054	813	0.026	123	0.004
	Total									9,269	0.294	4,384	0.139	664	0.021
2026	STOCKPILE	Mine	Ore unloading into the ore stockpile	Ore	9,633	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	3,341	0.106	1,580	0.050	239	0.008
	CRU1-1	Mine	Unloading into primary crusher N°1	Ore	15,000	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	5,202	0.165	2,460	0.078	373	0.012
	CRU1-2	Mine	Unloading into primary crusher N°2	Ore	15,000	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	5,202	0.165	2,460	0.078	373	0.012
	WASTE_WD-1	Mine	Unloading of waste rock into the north WRF (WD1)	Waste Rock	10,361	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	3,593	0.114	1,699	0.054	257	0.008
	Total									17,337	0.550	8,200	0.260	1,242	0.039
2027	STOCKPILE	Mine	Ore unloading into the ore stockpile	Ore	30,452	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	10,560	0.335	4,995	0.158	756	0.024
	CRU1-1	Mine	Unloading into primary crusher N°1	Ore	30,000	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	10,404	0.330	4,921	0.156	745	0.024
	CRU1-2	Mine	Unloading into primary crusher N°2	Ore	30,000	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	10,404	0.330	4,921	0.156	745	0.024
	WASTE_WD-1	Mine	Unloading of waste rock into the north WRF (WD1)	Waste Rock	13,983	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	4,849	0.154	2,294	0.073	347	0.011
	Total									36,217	1.148	17,130	0.543	2,594	0.082
2028	STOCKPILE	Mine	Ore unloading into the ore stockpile	Ore	23,511	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	8,153	0.259	3,856	0.122	584	0.019
	CRU1-1	Mine	Unloading into primary crusher N°1	Ore	30,000	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	10,404	0.330	4,921	0.156	745	0.024
	CRU1-2	Mine	Unloading into primary crusher N°2	Ore	30,000	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	10,404	0.330	4,921	0.156	745	0.024
	WASTE_WD-1	Mine	Unloading of waste rock into the north WRF (WD1)	Waste Rock	20,026	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	6,945	0.220	3,285	0.104	497	0.016
	Total									35,905	1.139	16,982	0.539	2,572	0.082
2029	STOCKPILE	Mine	Ore unloading into the ore stockpile	Ore	27,117	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	9,404	0.298	4,448	0.141	674	0.021
	CRU1-1	Mine	Unloading into primary crusher N°1	Ore	30,000	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	10,404	0.330	4,921	0.156	745	0.024
	CRU1-2	Mine	Unloading into primary crusher N°2	Ore	30,000	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	10,404	0.330	4,921	0.156	745	0.024
	WASTE_WD-1	Mine	Unloading of waste rock into the north WRF (WD1)	Waste Rock	35,401	1.39E-03	6.56E-04	9.93E-05	75%	12,276	0.389	5,806	0.184	879	0.028
	Total									42,488	1.347	20,095	0.637	3,043	0.096

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: I0016-0000-G-REP-00059 - October 2022 Simandou 60Mtpa Simfer Jersey JV BFS Report - Chapter 18 - Planning and Design.

(2) Source: Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995). NPI Mining (2012).

(3) Source: Emission Control Mitigation Measure (MDAQMD, 2000; Revision 2013): Water sprays on primary crushers = 75%.

Data:

Annual mean wind speed - U (m/s) = 4.5 Source: WRF model output for the period 2017 to 2021, located at 513209E 956138N.
Material moisture content - M (%) = 3.5 Source: Mine_Annex 08A_Air Quality Info (RIO TINTO)

Emission factor equation (US EPA, 2006):

$$EF = k \times 0.0016 \times \left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3} \left/ \left(\frac{M}{2} \right)^{1.4} \right.$$

k - PTS = 0.74
k - PM₁₀ = 0.35
k - PM_{2.5} = 0.053

$$E = Q \times EF$$

$$Ec = E \times \left(1 - \frac{ER}{100} \right)$$

TABLE A.9
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - HAUL ROAD (UNPAVED ROADS)
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Material to be transfer (Q) ⁽¹⁾	Truck traffic	Distance of the road - L	Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- PTS ⁽²⁾	EF- PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	Emissions control (%) ⁽³⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
		From	To	kTM/year	veh/year	km	VKT/year	kg/VKT	kg/VKT	kg/VKT	ER	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s
2023	HME2-1	PIT_OUE	STOCKPILE	8,455	76,866	0.62	47,588	8.612	2.455	0.245	75.0%	102,454	3.249	29,204	0.926	2,920	0.093
	HME3-1			8,455	76,866	0.39	29,763				75.0%	64,077	2.032	18,265	0.579	1,826	0.058
	HME3-2			8,455	76,866	0.28	21,722				75.0%	46,767	1.483	13,331	0.423	1,333	0.042
	HME3-3			8,455	76,866	0.94	72,078				75.0%	155,178	4.921	44,233	1.403	4,423	0.140
	ROAD_CRU			8,455	76,866	0.86	65,890				75.0%	141,856	4.498	40,436	1.282	4,044	0.128
	PLANT			8,455	76,866	0.15	11,530				75.0%	24,823	0.787	7,076	0.224	708	0.022
	HME3-3	WASTE_WD-1		15,727	142,976	0.94	134,069	75.0%	288,641	9.153	82,276	2.609	8,228	0.261			
	HME3-2			15,727	142,976	0.28	40,405	75.0%	86,990	2.758	24,796	0.786	2,480	0.079			
	HME3-1			15,727	142,976	0.39	55,360	75.0%	119,187	3.779	33,974	1.077	3,397	0.108			
	HME2-1			15,727	142,976	0.62	88,517	75.0%	190,570	6.043	54,321	1.723	5,432	0.172			
	HME2-2			15,727	142,976	1.74	248,107	75.0%	534,158	16.938	152,259	4.828	15,226	0.483			
	HME2-3			15,727	142,976	2.54	362,874	75.0%	781,243	24.773	222,690	7.061	22,269	0.706			
	WD-1			15,727	142,976	1.20	171,572	75.0%	369,382	11.713	105,291	3.339	10,529	0.334			
	Total											2,905,328	92.127	828,152	26.261	82,815	2.626

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Guideline Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995).

(3) Source: Guideline Mineral Handling and Processing Industries (MDAQMD, 2000).

Data:

Truck load capacity (MT) =	220	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average weight of the vehicle in tons (W) =	305	Source: CAT 793F truck data sheet.
Moisture content uncontrolled road % (s) =	8.4	Source: US EPA. 2006. 13.2.2 Unpaved Roads. In NC (ed.). NC, U. S. Environmental Protection Agency. p. 1-20. Table 13.2.2-1.

Emission factor equation (US EPA, 2006):

$$EF_{PM} = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.7} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0,2819$$

$$\begin{aligned} k - PM &= 4,9 \\ k - PM_{10} &= 1,5 \\ k - PM_{2.5} &= 0,15 \end{aligned}$$

$$E = EF \times VKT$$

$$E_c = E \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

$$EF = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.9} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0,2819$$

TABLE A.9 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - HAUL ROAD (UNPAVED ROADS)
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Material to be transfer (Q) ⁽¹⁾	Truck traffic	Distance of the road - L	Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- PTS ⁽²⁾	EF- PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	Eficiencia de control (%) - Riego ⁽³⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
		From	To	kTM/year	veh/year	km	VKT/year	kg/VKT	kg/VKT	kg/VKT	ER	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s
2024	HME2-1	PIT_OUE	STOCKPILE	9,030	82,093	0.62	50,824	8.612	2.455	0.245	75.0%	109,421	3.470	31,190	0.989	3,119	0.099
	HME3-1			9,030	82,093	0.39	31,787				75.0%	68,434	2.170	19,507	0.619	1,951	0.062
	HME3-2			9,030	82,093	0.28	23,200				75.0%	49,947	1.584	14,237	0.451	1,424	0.045
	HME3-3			9,030	82,093	0.94	76,979				75.0%	165,731	5.255	47,241	1.498	4,724	0.150
	ROAD_CRU			9,030	82,093	0.86	70,371				75.0%	151,503	4.804	43,185	1.369	4,319	0.137
	PLANT			9,030	82,093	0.15	12,314				75.0%	26,511	0.841	7,557	0.240	756	0.024
	HME3-3	WASTE_WD-1		18,042	164,015	0.94	153,797				75.0%	331,114	10.500	94,383	2.993	9,438	0.299
	HME3-2			18,042	164,015	0.28	46,351				75.0%	99,790	3.164	28,445	0.902	2,844	0.090
	HME3-1			18,042	164,015	0.39	63,507				75.0%	136,725	4.336	38,973	1.236	3,897	0.124
	HME2-1			18,042	164,015	0.62	101,542				75.0%	218,612	6.932	62,314	1.976	6,231	0.198
	HME2-2			18,042	164,015	1.74	284,615				75.0%	612,756	19.430	174,664	5.539	17,466	0.554
	HME2-3			18,042	164,015	2.54	416,269				75.0%	896,199	28.418	255,458	8.101	25,546	0.810
	WD-1			18,042	164,015	1.20	196,818				75.0%	423,735	13.437	120,784	3.830	12,078	0.383
				Total										3,290,477	104.340	937,937	29.742

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Guideline Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995).

(3) Source: Guideline Mineral Handling and Processing Industries (MDAQMD, 2000).

Data:

Truck load capacity (MT) =	220	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average weight of the vehicle in tons (W) =	305	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average fines content in the haulage routes % (s) =	8.4	Source: US EPA. 2006. 13.2.2 Unpaved Roads. In NC (ed.). NC, U. S. Environmental Protection Agency. p. 1-20. Table 13.2.2-1.

Emission factor equation (US EPA, 2006):

$$EF_{PM} = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.7} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0,2819$$

k - PM = 4,9
k - PM₁₀ = 1,5
k - PM_{2.5} = 0,15

$$E = EF \times VKT$$

$$E_c = E \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

$$EF = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.9} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0,2819$$

TABLE A.9 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - HAUL ROAD (UNPAVED ROADS)
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Material to be transfer (Q) ⁽¹⁾	Truck traffic	Distance of the road - L	Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- PTS ⁽²⁾	EF- PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	Eficiencia de control (%) - Riego ⁽³⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions					
		From	To	kTM/year	veh/year	km	VKT/year	kg/VKT	kg/VKT	kg/VKT	ER	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s				
2025	HME2-1	PIT_OUE	CRU1_M-1	10,000	90,909	0.62	56,282	8.612	2.455	0.245	75.0%	121,171	3.842	34,539	1.095	3,454	0.110				
	HME3-1			10,000	90,909	0.39	35,200				75.0%	75,783	2.403	21,602	0.685	2,160	0.068				
	HME3-2			10,000	90,909	0.28	25,691				75.0%	55,311	1.754	15,766	0.500	1,577	0.050				
	HME3-3			10,000	90,909	0.94	85,245				75.0%	183,528	5.820	52,314	1.659	5,231	0.166				
	ROAD_CRU			10,000	90,909	0.86	77,927				75.0%	167,772	5.320	47,823	1.516	4,782	0.152				
	PLANT			10,000	90,909	0.22	20,000				75.0%	43,059	1.365	12,274	0.389	1,227	0.039				
	HME2-1		CRU1_M2	10,000	90,909	0.62	56,282				75.0%	121,171	3.842	34,539	1.095	3,454	0.110				
	HME3-1			10,000	90,909	0.39	35,200				75.0%	75,783	2.403	21,602	0.685	2,160	0.068				
	HME3-2			10,000	90,909	0.28	25,691				75.0%	55,311	1.754	15,766	0.500	1,577	0.050				
	HME3-3			10,000	90,909	0.94	85,245				75.0%	183,528	5.820	52,314	1.659	5,231	0.166				
	ROAD_CRU			10,000	90,909	0.86	77,927				75.0%	167,772	5.320	47,823	1.516	4,782	0.152				
	PLANT			10,000	90,909	0.22	20,000				75.0%	43,059	1.365	12,274	0.389	1,227	0.039				
	HME2-1		STOCKPILE	1,772	16,106	0.62	9,971				75.0%	21,467	0.681	6,119	0.194	612	0.019				
	HME3-1			1,772	16,106	0.39	6,236				75.0%	13,426	0.426	3,827	0.121	383	0.012				
	HME3-2			1,772	16,106	0.28	4,551				75.0%	9,799	0.311	2,793	0.089	279	0.009				
	HME3-3			1,772	16,106	0.94	15,102				75.0%	32,514	1.031	9,268	0.294	927	0.029				
	ROAD_CRU			1,772	16,106	0.86	13,806				75.0%	29,723	0.943	8,472	0.269	847	0.027				
	PLANT			1,772	16,106	0.15	2,416				75.0%	5,201	0.165	1,483	0.047	148	0.005				
	HME3-3	WASTE_WD-1	4,956	45,056	0.94	42,249	75.0%				90,958	2.884	25,927	0.822	2,593	0.082					
	HME3-2		4,956	45,056	0.28	12,733	75.0%				27,413	0.869	7,814	0.248	781	0.025					
	HME3-1		4,956	45,056	0.39	17,446	75.0%				37,559	1.191	10,706	0.339	1,071	0.034					
	HME2-1		4,956	45,056	0.62	27,894	75.0%				60,054	1.904	17,118	0.543	1,712	0.054					
	HME2-2		4,956	45,056	1.74	78,185	75.0%				168,327	5.338	47,981	1.521	4,798	0.152					
	HME2-3		4,956	45,056	2.54	114,351	75.0%				246,190	7.807	70,175	2.225	7,018	0.223					
	HME2-4		743	6,758	0.89	5,999	75.0%				12,916	0.410	3,682	0.117	368	0.012					
	WD-1		4,956	45,056	1.20	54,067	75.0%				116,402	3.691	33,180	1.052	3,318	0.105					
	PLANT	STOCKPILE	CRU1_M-1	963	8,750	0.07	613				75.0%	1,319	0.042	376	0.012	38	0.001				
	PLANT		CRU1_M-2	963	8,750	0.07	613				75.0%	1,319	0.042	376	0.012	38	0.001				
	Total												2,167,832	68.742	617,932	19.594	61,793	1.959			

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Guideline Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995).

(3) Source: Guideline Mineral Handling and Processing Industries (MDAQMD, 2000).

Data:

Truck load capacity (MT) =	220	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average weight of the vehicle in tons (W) =	305	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average fines content in the haulage routes % (s) =	8.4	Source: US EPA, 2006, 13.2.2 Unpaved Roads. In NC (ed.), NC, U. S. Environmental Protection Agency. p. 1-20. Table 13.2.2-1.

Emission factor equation (US EPA, 2006):

$$EF_{PM} = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.7} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0.2819$$

$$EF = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.9} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0.2819$$

k - PM = 4.9
k - PM₁₀ = 1.5
k - PM_{2.5} = 0.15

$$E = EF \times VKT$$

$$E_c = E \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

TABLE A.9 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - HAUL ROAD (UNPAVED ROADS)
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Material to be transfer (Q) ⁽¹⁾	Truck traffic	Distance of the road - L	Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- PTS ⁽²⁾	EF- PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	Eficiencia de control (%) - Riego ⁽³⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions						
		From	To									kTm/year	veh/year	km	VKT/year	kg/VKT	kg/VKT	kg/VKT	ER	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year
2026	HME2-1	CRU1_M-1		15,000	136,364	0.62	84,423	8.612	2.455	0.245	75.0%	181,756	5.763	51,809	1.643	5,181	0.164					
	HME3-1			15,000	136,364	0.39	52,800				75.0%	113,675	3.605	32,403	1.027	3,240	0.103					
	HME3-2			15,000	136,364	0.28	38,536				75.0%	82,966	2.631	23,649	0.750	2,365	0.075					
	HME3-3			15,000	136,364	0.94	127,868				75.0%	275,291	8.729	78,471	2.488	7,847	0.249					
	ROAD_CRU			15,000	136,364	0.86	116,891				75.0%	251,658	7.980	71,734	2.275	7,173	0.227					
	PLANT			15,000	136,364	0.22	30,000				75.0%	64,588	2.048	18,411	0.584	1,841	0.058					
	HME2-1		CRU1_M2		15,000	136,364	0.62				84,423	75.0%	181,756	5.763	51,809	1.643	5,181	0.164				
	HME3-1				15,000	136,364	0.39				52,800	75.0%	113,675	3.605	32,403	1.027	3,240	0.103				
	HME3-2				15,000	136,364	0.28				38,536	75.0%	82,966	2.631	23,649	0.750	2,365	0.075				
	HME3-3				15,000	136,364	0.94				127,868	75.0%	275,291	8.729	78,471	2.488	7,847	0.249				
	ROAD_CRU				15,000	136,364	0.86				116,891	75.0%	251,658	7.980	71,734	2.275	7,173	0.227				
	PLANT				15,000	136,364	0.22				30,000	75.0%	64,588	2.048	18,411	0.584	1,841	0.058				
	HME2-1			STOCKPILE		9,633	87,575				0.62	54,217	75.0%	116,726	3.701	33,272	1.055	3,327	0.106			
	HME3-1					9,633	87,575				0.39	33,909	75.0%	73,003	2.315	20,809	0.660	2,081	0.066			
	HME3-2				9,633	87,575	0.28				24,749	75.0%	53,282	1.690	15,188	0.482	1,519	0.048				
	HME3-3				9,633	87,575	0.94				82,119	75.0%	176,796	5.606	50,395	1.598	5,039	0.160				
	ROAD_CRU		9,633	87,575	0.86	75,069	75.0%				161,618	5.125	46,069	1.461	4,607	0.146						
	PLANT		9,633	87,575	0.15	13,136	75.0%				28,281	0.897	8,061	0.256	806	0.026						
	HME3-3	WASTE_WD-1		10,361	94,188	0.94	88,320				75.0%	190,147	6.030	54,201	1.719	5,420	0.172					
	HME3-2			10,361	94,188	0.28	26,618				75.0%	57,306	1.817	16,335	0.518	1,633	0.052					
	HME3-1			10,361	94,188	0.39	36,470				75.0%	78,517	2.490	22,381	0.710	2,238	0.071					
	HME2-1			10,361	94,188	0.62	58,312				75.0%	125,541	3.981	35,785	1.135	3,579	0.113					
	HME2-2			10,361	94,188	1.74	163,445				75.0%	351,885	11.158	100,303	3.181	10,030	0.318					
	HME2-3			10,361	94,188	2.54	239,050				75.0%	514,657	16.320	146,701	4.652	14,670	0.465					
	WD-1			10,361	94,188	1.20	113,026				75.0%	243,337	7.716	69,362	2.199	6,936	0.220					
	PLANT		STOCKPILE	CRU1_M-1	4,932	44,840	0.07				3,139	75.0%	6,758	0.214	1,926	0.061	193	0.006				
	PLANT			CRU1_M-2	4,932	44,840	0.07				3,139	75.0%	6,758	0.214	1,926	0.061	193	0.006				
	Total												4,124,482	130,786	1,175,667	37,280	117,567	3,728				

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Guideline Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995).

(3) Source: Guideline Mineral Handling and Processing Industries (MDAQMD, 2000).

⁽⁴⁾ Source: Based on the book Dust control handbook for industrial minerals mining and processing (Cecala et al. 2019).

Data:

Truck load capacity (MT) =	220	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average weight of the vehicle in tons (WT) =	305	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average fines content in the haulage routes % (s) =	8.4	Source: US EPA, 2006, 13.2.2 Unpaved Roads. In NC (ed.), NC, U. S. Environmental Protection Agency, p. 1-20. Table 13.2.2-1.

Emission factor equation (US EPA, 2006):

$$EF_{PM} = k \times \left(\frac{S}{12}\right)^{0,7} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0,45} \times 0,2819$$

$$EF = k \times \left(\frac{S}{12}\right)^{0,9} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0,45} \times 0,2819$$

$$\begin{aligned}k - PM &= 4,9 \\k - PM_{10} &= 1,5 \\k - PM_{2,5} &= 0,15\end{aligned}$$

$$E = EF \times VKT$$

$$E_c = E \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

TABLE A.9 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - HAUL ROAD (UNPAVED ROADS)
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Material to be transfer (Q) ⁽¹⁾	Truck traffic	Distance of the road - L	Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- PTS ⁽²⁾	EF- PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	Eficiencia de control (%) - Riego ⁽³⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions							
		From	To									kTM/year	veh/year	km	VKT/year	kg/VKT	kg/VKT	kg/VKT	ER	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s
2027	HME2-1	CRU1_M-1		30,867	280,612	0.62	173,727	8.612	2.455	0.245	75.0%	374,022	11,860	106,613	3.381	10,661	0.338						
	HME3-1			30,867	280,612	0.39	108,653				75.0%	233,922	7,418	66,679	2.114	6,668	0.211						
	HME3-2			30,867	280,612	0.28	79,301				75.0%	170,729	5,414	48,666	1.543	4,867	0.154						
	HME3-3			30,867	280,612	0.94	263,130				75.0%	566,500	17,964	161,479	5.120	16,148	0.512						
	ROAD_CRU			30,867	280,612	0.86	240,540				75.0%	517,867	16,421	147,616	4.681	14,762	0.468						
	PLANT			30,867	280,612	0.22	61,735				75.0%	132,910	4,215	37,886	1.201	3,789	0.120						
	HME2-1		CRU1_M2		30,867	280,612	0.62				173,727	75.0%	374,022	11,860	106,613	3.381	10,661	0.338					
	HME3-1				30,867	280,612	0.39				108,653	75.0%	233,922	7,418	66,679	2.114	6,668	0.211					
	HME3-2				30,867	280,612	0.28				79,301	75.0%	170,729	5,414	48,666	1.543	4,867	0.154					
	HME3-3				30,867	280,612	0.94				263,130	75.0%	566,500	17,964	161,479	5.120	16,148	0.512					
	ROAD_CRU				30,867	280,612	0.86				240,540	75.0%	517,867	16,421	147,616	4.681	14,762	0.468					
	PLANT				30,867	280,612	0.22				61,735	75.0%	132,910	4,215	37,886	1.201	3,789	0.120					
	HME2-1	PIT_OUE			30,452	276,840	0.62				171,392	75.0%	368,995	11,701	105,180	3.335	10,518	0.334					
	HME3-1				30,452	276,840	0.39				107,192	75.0%	230,778	7,318	65,782	2.086	6,578	0.209					
	HME3-2				30,452	276,840	0.28				78,235	75.0%	168,435	5,341	48,012	1.522	4,801	0.152					
	HME3-3				30,452	276,840	0.94				259,593	75.0%	558,886	17,722	159,308	5.052	15,931	0.505					
	ROAD_CRU				30,452	276,840	0.86				237,307	75.0%	510,906	16,201	145,632	4.618	14,563	0.462					
	PLANT				30,452	276,840	0.15				41,526	75.0%	89,403	2,835	25,484	0.808	2,548	0.081					
	HME3-3		STOCKPILE		13,983	127,122	0.94				119,202	75.0%	256,634	8,138	73,153	2.320	7,315	0.232					
	HME3-2				13,983	127,122	0.28				35,925	75.0%	77,343	2,453	22,046	0.699	2,205	0.070					
	HME3-1				13,983	127,122	0.39				49,222	75.0%	105,971	3,360	30,207	0.958	3,021	0.096					
	HME2-1			WASTE_WD-1		13,983	127,122				0.62	78,701	75.0%	169,438	5,373	48,298	1.532	4,830	0.153				
	HME2-2					13,983	127,122				1.74	220,595	75.0%	474,926	15,060	135,376	4.293	13,538	0.429				
	HME2-3					13,983	127,122				2.54	322,636	75.0%	694,613	22,026	197,996	6.278	19,800	0.628				
	WD-1				13,983	127,122	1.20				152,546	75.0%	328,422	10,414	93,615	2.969	9,362	0.297					
	PLANT	STOCKPILE			CRU1_M-1	11,890	108,087				0.07	7,566	75.0%	16,289	0.517	4,643	0.147	464	0.015				
	PLANT				CRU1_M-2	11,890	108,087				0.07	7,566	75.0%	16,289	0.517	4,643	0.147	464	0.015				
	PLANT																						
	Total												8,059,229	255.556	2,297,250	72.845	229,725	7.285					

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Guideline Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995).

(3) Source: Guideline Mineral Handling and Processing Industries (MDAQMD, 2000).

(4) Source: Based on the book Dust control handbook for industrial minerals mining and processing (Cecala et al. 2019).

Data:

Truck load capacity (MT) =	220	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average weight of the vehicle in tons (W) =	305	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average fines content in the haulage routes % (s) =	8.4	Source: US EPA, 2006. 13.2.2 Unpaved Roads. In NC (ed.). NC, U. S. Environmental Protection Agency. p. 1-20. Table 13.2.2-1.

Emission factor equation (US EPA, 2006):

$$EF_{PM} = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.7} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0.2819$$

$$EF = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.9} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0.2819$$

k - PM = 4.9
 k - PM₁₀ = 1.5
 k - PM_{2.5} = 0.15

$$E = EF \times VKT$$

$$E_c = E \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

TABLE A.9 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - HAUL ROAD (UNPAVED ROADS)
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Material to be transfer (Q) ⁽¹⁾	Truck traffic	Distance of the road - L	Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- PTS ⁽²⁾	EF- PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	Eficiencia de control (%) - Riego ⁽³⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions						
		From	To	kTM/year	veh/year	km	VKT/year	kg/VKT	kg/VKT	kg/VKT	ER	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s					
2028	HME2-1	PIT_OUE	CRU1_M-1	30,000	272,727	0.62	168,845	8.612	2.455	0.245	75.0%	363,513	11.527	103,618	3.286	10,362	0.329					
	HME3-1			30,000	272,727	0.39	105,600				75.0%	227,350	7.209	64,805	2.055	6,481	0.205					
	HME3-2			30,000	272,727	0.28	77,073				75.0%	165,932	5.262	47,298	1.500	4,730	0.150					
	HME3-3			30,000	272,727	0.94	255,736				75.0%	550,583	17.459	156,941	4.977	15,694	0.498					
	ROAD_CRU			30,000	272,727	0.86	233,782				75.0%	503,316	15.960	143,468	4.549	14,347	0.455					
	PLANT			30,000	272,727	0.22	60,000				75.0%	129,176	4.096	36,821	1.168	3,682	0.117					
	HME2-1		CRU1_M2	30,000	272,727	0.62	168,845				75.0%	363,513	11.527	103,618	3.286	10,362	0.329					
	HME3-1			30,000	272,727	0.39	105,600				75.0%	227,350	7.209	64,805	2.055	6,481	0.205					
	HME3-2			30,000	272,727	0.28	77,073				75.0%	165,932	5.262	47,298	1.500	4,730	0.150					
	HME3-3			30,000	272,727	0.94	255,736				75.0%	550,583	17.459	156,941	4.977	15,694	0.498					
	ROAD_CRU			30,000	272,727	0.86	233,782				75.0%	503,316	15.960	143,468	4.549	14,347	0.455					
	PLANT			30,000	272,727	0.22	60,000				75.0%	129,176	4.096	36,821	1.168	3,682	0.117					
	HME2-1		STOCKPILE	23,511	213,739	0.62	132,326				75.0%	284,888	9.034	81,206	2.575	8,121	0.258					
	HME3-1			23,511	213,739	0.39	82,760				75.0%	178,176	5.650	50,788	1.610	5,079	0.161					
	HME3-2			23,511	213,739	0.28	60,403				75.0%	130,043	4.124	37,068	1.175	3,707	0.118					
	HME3-3			23,511	213,739	0.94	200,423				75.0%	431,497	13.683	122,996	3.900	12,300	0.390					
	ROAD_CRU			23,511	213,739	0.86	183,217				75.0%	394,454	12.508	112,437	3.565	11,244	0.357					
	PLANT			23,511	213,739	0.15	32,061				75.0%	69,025	2.189	19,675	0.624	1,968	0.062					
	HME3-3		WASTE_WD-1	20,026	182,051	0.94	170,709				75.0%	367,526	11.654	104,762	3.322	10,476	0.332					
	HME3-2			20,026	182,051	0.28	51,448				75.0%	110,763	3.512	31,573	1.001	3,157	0.100					
	HME3-1			20,026	182,051	0.39	70,490				75.0%	151,761	4.812	43,259	1.372	4,326	0.137					
	HME2-1			20,026	182,051	0.62	112,708				75.0%	242,652	7.694	69,167	2.193	6,917	0.219					
	HME2-2			20,026	182,051	1.74	315,913				75.0%	680,140	21.567	193,871	6.148	19,387	0.615					
	HME2-3			20,026	182,051	2.54	462,046				75.0%	994,753	31.543	283,550	8.991	28,355	0.899					
	WD-1		STOCKPILE	CRU1_M-1	20,026	182,051	1.20				218,461	75.0%	470,332	14.914	134,066	4.251	13,407	0.425				
	PLANT			CRU1_M-1	10,977	99,792	0.07				6,985	75.0%	15,039	0.477	4,287	0.136	429	0.014				
	PLANT			CRU1_M-2	10,977	99,792	0.07				6,985	75.0%	15,039	0.477	4,287	0.136	429	0.014				
						Total								8,415,826	266.864	2,398,897	76.069	239,890	7.607			

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Guideline Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995).

(3) Source: Guideline Mineral Handling and Processing Industries (MDAQMD, 2000).

(4) Source: Based on the book Dust control handbook for industrial minerals mining and processing (Cecala et al. 2019).

Data:

Truck load capacity (MT) =	220	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average weight of the vehicle in tons (W) =	305	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average fines content in the haulage routes % (s) =	8.4	Source: US EPA, 2006. 13.2.2 Unpaved Roads. In NC (ed.). NC, U. S. Environmental Protection Agency. p. 1-20. Table 13.2.2-1.

Emission factor equation (US EPA, 2006):

$$EF_{PM} = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.7} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0.2819$$

$$EF = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.9} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0.2819$$

k - PM = 4.9
k - PM₁₀ = 1.5
k - PM_{2.5} = 0.15

$$E = EF \times VKT$$

$$E_c = E \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

TABLE A.9 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - HAUL ROAD (UNPAVED ROADS)
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Material to be transfer (Q) ⁽¹⁾	Truck traffic	Distance of the road - L	Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- PTS ⁽²⁾	EF- PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	Eficiencia de control (%) - Riego ⁽³⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions			
		From	To									kTM/year	veh/year	km	VKT/year	kg/VKT	kg/VKT	kg/VKT	ER
2029	HME2-1	CRU1_M-1		16,694	151,763	0.62	93,957	8.612		2.455	0.245	75.0%	202,282	6.414	57,660	1.828	5,766	0.183	
	HME3-1			16,694	151,763	0.39	58,763					75.0%	126,512	4.012	36,062	1.144	3,606	0.114	
	HME3-2			16,694	151,763	0.28	42,888					75.0%	92,336	2.928	26,320	0.835	2,632	0.083	
	HME3-3			16,694	151,763	0.94	142,308					75.0%	306,380	9.715	87,332	2.769	8,733	0.277	
	HME3-4			1,855	16,863	0.43	7,215					75.0%	15,534	0.493	4,428	0.140	443	0.014	
	ROAD_CRU			18,549	168,626	0.51	86,438					75.0%	186,094	5.901	53,045	1.682	5,305	0.168	
	PLANT			18,549	168,626	0.22	37,098					75.0%	79,869	2.533	22,766	0.722	2,277	0.072	
	HME2-1		CRU1_M2		16,694	151,763	0.62					93,957	75.0%	202,282	6.414	57,660	1.828	5,766	0.183
	HME3-1				16,694	151,763	0.39					58,763	75.0%	126,512	4.012	36,062	1.144	3,606	0.114
	HME3-2				16,694	151,763	0.28					42,888	75.0%	92,336	2.928	26,320	0.835	2,632	0.083
	HME3-3				16,694	151,763	0.94					142,308	75.0%	306,380	9.715	87,332	2.769	8,733	0.277
	HME3-4				1,855	16,863	0.43					7,215	75.0%	15,534	0.493	4,428	0.140	443	0.014
	ROAD_CRU				18,549	168,626	0.51					86,438	75.0%	186,094	5.901	53,045	1.682	5,305	0.168
	PLANT				18,549	168,626	0.22					37,098	75.0%	79,869	2.533	22,766	0.722	2,277	0.072
	HME2-1	PIT_OUE			25,762	234,196	0.62					144,991	75.0%	312,155	9.898	88,979	2.821	8,898	0.282
	HME3-1				25,762	234,196	0.39					90,681	75.0%	195,229	6.191	55,649	1.765	5,565	0.176
	HME3-2				25,762	234,196	0.28					66,184	75.0%	142,489	4.518	40,616	1.288	4,062	0.129
	HME3-3				25,762	234,196	0.94					219,606	75.0%	472,796	14.992	134,769	4.273	13,477	0.427
	HME3-4				1,356	12,326	0.43					5,274	75.0%	11,355	0.360	3,237	0.103	324	0.010
	ROAD_CRU				27,117	246,522	0.51					126,367	75.0%	272,060	8.627	77,550	2.459	7,755	0.246
	PLANT				27,117	246,522	0.15					36,978	75.0%	79,612	2.524	22,693	0.720	2,269	0.072
	HME3-3		STOCKPILE		30,091	273,551	0.94					256,509	75.0%	552,247	17.512	157,416	4.992	15,742	0.499
	HME3-2				30,091	273,551	0.28					77,306	75.0%	166,434	5.278	47,441	1.504	4,744	0.150
	HME3-1				30,091	273,551	0.39					105,919	75.0%	228,037	7.231	65,001	2.061	6,500	0.206
	HME2-1				30,091	273,551	0.62					169,356	75.0%	364,611	11.562	103,931	3.296	10,393	0.330
	HME2-2				30,091	273,551	1.74					474,694	75.0%	1,021,983	32.407	291,312	9.237	29,131	0.924
	HME2-3				30,091	273,551	2.54					694,274	75.0%	1,494,723	47.397	426,065	13.510	42,606	1.351
	HME2-4				5,310	48,274	0.43					20,656	75.0%	44,472	1.410	12,676	0.402	1,268	0.040
	WASTE-WD1			35,401	321,825	1.20	386,190					75.0%	831,441	26.365	236,999	7.515	23,700	0.752	
	PLANT	WASTE_WD-1		CRU1_M-1	11,451	104,101	0.07					7,287	75.0%	15,689	0.497	4,472	0.142	447	0.014
	PLANT			CRU1_M-2	11,451	104,101	0.07					7,287	75.0%	15,689	0.497	4,472	0.142	447	0.014
													75.0%						
													75.0%						

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Guideline Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995).

(3) Source: Guideline Mineral Handling and Processing Industries (MDAQMD, 2000).

(4) Source: Based on the book Dust control handbook for industrial minerals mining and processing (Cecala et al. 2019).

Data:

Truck load capacity (MT) =	220	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average weight of the vehicle in tons (W) =	305	Source: CAT 793F truck data sheet.
Average fines content in the haulage routes % (s) =	8.4	Source: US EPA. 2006. 13.2.2 Unpaved Roads. In NC (ed.). NC, U. S. Environmental Protection Agency. p. 1-20. Table 13.2.2-1.

Emission factor equation (US EPA, 2006):

$$EF_{PM} = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.7} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0.2819$$

$$EF = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.9} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0.2819$$

k · PM = 4.9
 k · PM₁₀ = 1.5
 k · PM_{2.5} = 0.15

$$E = EF \times VKT$$

$$E_c = E \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

TABLE A.10
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF - PM ^(2,3)	EF - PM ₁₀ ^(2,3)	EF - PM _{2.5} ^(2,3)	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions		
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	
2023	HME2-1	PIT_OUE	STOCKPILE	47,588	1.51E-01	1.51E-01	1.51E-01	7	0.000	7	0.000	7	0.000	
	HME3-1			29,763				4	0.000	4	0.000	4	0.000	
	HME3-2			21,722				3	0.000	3	0.000	3	0.000	
	HME3-3			72,078				11	0.000	11	0.000	11	0.000	
	ROAD_CRU			65,890				10	0.000	10	0.000	10	0.000	
	PLANT		11,530	2				0.000	2	0.000	2	0.000		
	HME3-3		WASTE_WD-1	134,069				20	0.001	20	0.001	20	0.001	
	HME3-2			40,405				6	0.000	6	0.000	6	0.000	
	HME3-1			55,360				8	0.000	8	0.000	8	0.000	
	HME2-1			88,517				13	0.000	13	0.000	13	0.000	
	HME2-2	248,107		37	0.001	37	0.001	37	0.001					
	HME2-3	362,874	55	0.002	55	0.002	55	0.002						
	WD-1	171,572	26	0.001	26	0.001	26	0.001						
	Total								204	0.006	204	0.006	204	0.006

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors are in accordance with the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to be equivalent to PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.10 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- PM ^(2,3)	EF- PM ₁₀ ^(2,3)	EF - PM _{2.5} ^(2,3)	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2024	HME2-1	PIT_OUE	STOCKPILE	50,824	1.51E-01	1.51E-01	1.51E-01	8	0.000	8	0.000	8	0.000
	HME3-1			31,787				5	0.000	5	0.000	5	0.000
	HME3-2			23,200				4	0.000	4	0.000	4	0.000
	HME3-3			76,979				12	0.000	12	0.000	12	0.000
	ROAD_CRU			70,371				11	0.000	11	0.000	11	0.000
	PLANT			12,314				2	0.000	2	0.000	2	0.000
	HME3-3		WASTE_WD-1	153,797				23	0.001	23	0.001	23	0.001
	HME3-2			46,351				7	0.000	7	0.000	7	0.000
	HME3-1			63,507				10	0.000	10	0.000	10	0.000
	HME2-1			101,542				15	0.000	15	0.000	15	0.000
	HME2-2	284,615		43				0.001	43	0.001	43	0.001	
	HME2-3	416,269		63				0.002	63	0.002	63	0.002	
	WASTE-WD1	196,818		30				0.001	30	0.001	30	0.001	
	Total							231	0.007	231	0.007	231	0.007

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors are in accordance with the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to be equivalent to PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.10 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- PM ^(2,3)	EF- PM ₁₀ ^(2,3)	EF - PM _{2.5} ^(2,3)	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions					
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s				
2025	HME2-1	PIT_OUE	CRU1_M-1	56,282	1.51E-01	1.51E-01	1.51E-01	8	0.000	8	0.000	8	0.000				
	HME3-1			35,200				5	0.000	5	0.000	5	0.000				
	HME3-2			25,691				4	0.000	4	0.000	4	0.000				
	HME3-3			85,245				13	0.000	13	0.000	13	0.000				
	ROAD_CRU			77,927				12	0.000	12	0.000	12	0.000				
	PLANT			20,000				3	0.000	3	0.000	3	0.000				
	HME2-1		CRU1_M2	56,282				8	0.000	8	0.000	8	0.000				
	HME3-1			35,200				5	0.000	5	0.000	5	0.000				
	HME3-2			25,691				4	0.000	4	0.000	4	0.000				
	HME3-3			85,245				13	0.000	13	0.000	13	0.000				
	ROAD_CRU			77,927				12	0.000	12	0.000	12	0.000				
	PLANT			20,000				3	0.000	3	0.000	3	0.000				
	HME2-1		STOCKPILE	9,971				2	0.000	2	0.000	2	0.000				
	HME3-1			6,236				1	0.000	1	0.000	1	0.000				
	HME3-2			4,551				1	0.000	1	0.000	1	0.000				
	HME3-3			15,102				2	0.000	2	0.000	2	0.000				
	ROAD_CRU			13,806				2	0.000	2	0.000	2	0.000				
	PLANT			2,416				0	0.000	0	0.000	0	0.000				
	HME3-3		WASTE_WD-1	42,249				6	0.000	6	0.000	6	0.000				
	HME3-2			12,733				2	0.000	2	0.000	2	0.000				
	HME3-1			17,446				3	0.000	3	0.000	3	0.000				
	HME2-1			27,894				4	0.000	4	0.000	4	0.000				
	HME2-2			78,185				12	0.000	12	0.000	12	0.000				
	HME2-3			114,351				17	0.001	17	0.001	17	0.001				
	HME2-4			5,999				1	0.000	1	0.000	1	0.000				
	WASTE-WD1			54,067				8	0.000	8	0.000	8	0.000				
	PLANT		STOCKPILE	CRU1_M-1				613	0	0.000	0	0.000	0	0.000			
	PLANT			CRU1_M-2				613	0	0.000	0	0.000	0	0.000			
	Total							152	0.005	152	0.005	152	0.005				

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors are in accordance with the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to be equivalent to PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.10 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF - PM ^(2,3)	EF- PM ₁₀ ^(2,3)	EF - PM _{2.5} ^(2,3)	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions						
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s					
2026	HME2-1	PIT_OUE	CRU1_M-1	84,423	1.51E-01	1.51E-01	1.51E-01	13	0.000	13	0.000	13	0.000					
	HME3-1			52,800				8	0.000	8	0.000	8	0.000					
	HME3-2			38,536				6	0.000	6	0.000	6	0.000					
	HME3-3			127,868				19	0.001	19	0.001	19	0.001					
	ROAD_CRU			116,891				18	0.001	18	0.001	18	0.001					
	PLANT			30,000				5	0.000	5	0.000	5	0.000					
	HME2-1		CRU1_M2	84,423				13	0.000	13	0.000	13	0.000					
	HME3-1			52,800				8	0.000	8	0.000	8	0.000					
	HME3-2			38,536				6	0.000	6	0.000	6	0.000					
	HME3-3			127,868				19	0.001	19	0.001	19	0.001					
	ROAD_CRU			116,891				18	0.001	18	0.001	18	0.001					
	PLANT			30,000				5	0.000	5	0.000	5	0.000					
	HME2-1		STOCKPILE	54,217				8	0.000	8	0.000	8	0.000					
	HME3-1			33,909				5	0.000	5	0.000	5	0.000					
	HME3-2			24,749				4	0.000	4	0.000	4	0.000					
	HME3-3			82,119				12	0.000	12	0.000	12	0.000					
	ROAD_CRU			75,069				11	0.000	11	0.000	11	0.000					
	PLANT			13,136				2	0.000	2	0.000	2	0.000					
	HME3-3		WASTE_WD-1	88,320				13	0.000	13	0.000	13	0.000					
	HME3-2			26,618				4	0.000	4	0.000	4	0.000					
	HME3-1			36,470				6	0.000	6	0.000	6	0.000					
	HME2-1			58,312				9	0.000	9	0.000	9	0.000					
	HME2-2			163,445				25	0.001	25	0.001	25	0.001					
	HME2-3			239,050				36	0.001	36	0.001	36	0.001					
	WD-1			113,026				17	0.001	17	0.001	17	0.001					
	PLANT		STOCKPILE	CRU1_M-1				3,139	0	0.000	0	0.000	0	0.000				
	PLANT			CRU1_M-2				3,139	0	0.000	0	0.000	0	0.000				
	Total								289	0.009	289	0.009	289	0.009				

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors are in accordance with the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM2.5 is assumed to be equivalent to PM10 and total particulate matter.

TABLE A.10 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF - PM ^(2,3)	EF- PM ₁₀ ^(2,3)	EF - PM _{2.5} ^(2,3)	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions						
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s					
2027	HME2-1	PIT_OUE	CRU1_M-1	173,727	1.51E-01	1.51E-01	1.51E-01	26	0.001	26	0.001	26	0.001					
	HME3-1			108,653				16	0.001	16	0.001	16	0.001					
	HME3-2			79,301				12	0.000	12	0.000	12	0.000					
	HME3-3			263,130				40	0.001	40	0.001	40	0.001					
	ROAD_CRU			240,540				36	0.001	36	0.001	36	0.001					
	PLANT			61,735				9	0.000	9	0.000	9	0.000					
	HME2-1		CRU1_M2	173,727				26	0.001	26	0.001	26	0.001					
	HME3-1			108,653				16	0.001	16	0.001	16	0.001					
	HME3-2			79,301				12	0.000	12	0.000	12	0.000					
	HME3-3			263,130				40	0.001	40	0.001	40	0.001					
	ROAD_CRU			240,540				36	0.001	36	0.001	36	0.001					
	PLANT			61,735				9	0.000	9	0.000	9	0.000					
	HME2-1		STOCKPILE	171,392				26	0.001	26	0.001	26	0.001					
	HME3-1			107,192				16	0.001	16	0.001	16	0.001					
	HME3-2			78,235				12	0.000	12	0.000	12	0.000					
	HME3-3			259,593				39	0.001	39	0.001	39	0.001					
	ROAD_CRU			237,307				36	0.001	36	0.001	36	0.001					
	PLANT			41,526				6	0.000	6	0.000	6	0.000					
	HME3-3		WASTE_WD-1	119,202				18	0.001	18	0.001	18	0.001					
	HME3-2			35,925				5	0.000	5	0.000	5	0.000					
	HME3-1			49,222				7	0.000	7	0.000	7	0.000					
	HME2-1			78,701				12	0.000	12	0.000	12	0.000					
	HME2-2			220,595				33	0.001	33	0.001	33	0.001					
	HME2-3			322,636				49	0.002	49	0.002	49	0.002					
	WD-1			152,546				23	0.001	23	0.001	23	0.001					
	PLANT		STOCKPILE	CRU1_M-1				7,566	1	0.000	1	0.000	1	0.000				
	PLANT			CRU1_M-2				7,566	1	0.000	1	0.000	1	0.000				
	Total								565	0.018	565	0.018	565	0.018				

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors are in accordance with the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to be equivalent to PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.10 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF - PM ^(2,3)	EF- PM ₁₀ ^(2,3)	EF - PM _{2.5} ^(2,3)	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions					
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s				
2028	HME2-1	PIT_OUE	CRU1_M-1	168,845	1.51E-01	1.51E-01	1.51E-01	25	0.001	25	0.001	25	0.001				
	HME3-1			105,600				16	0.001	16	0.001	16	0.001				
	HME3-2			77,073				12	0.000	12	0.000	12	0.000				
	HME3-3			255,736				39	0.001	39	0.001	39	0.001				
	ROAD_CRU			233,782				35	0.001	35	0.001	35	0.001				
	PLANT			60,000				9	0.000	9	0.000	9	0.000				
	HME2-1		CRU1_M2	168,845				25	0.001	25	0.001	25	0.001				
	HME3-1			105,600				16	0.001	16	0.001	16	0.001				
	HME3-2			77,073				12	0.000	12	0.000	12	0.000				
	HME3-3			255,736				39	0.001	39	0.001	39	0.001				
	ROAD_CRU			233,782				35	0.001	35	0.001	35	0.001				
	PLANT			60,000				9	0.000	9	0.000	9	0.000				
	HME2-1		STOCKPILE	132,326				20	0.001	20	0.001	20	0.001				
	HME3-1			82,760				12	0.000	12	0.000	12	0.000				
	HME3-2			60,403				9	0.000	9	0.000	9	0.000				
	HME3-3			200,423				30	0.001	30	0.001	30	0.001				
	ROAD_CRU			183,217				28	0.001	28	0.001	28	0.001				
	PLANT			32,061				5	0.000	5	0.000	5	0.000				
	HME3-3		WASTE_WD-1	170,709				26	0.001	26	0.001	26	0.001				
	HME3-2			51,448				8	0.000	8	0.000	8	0.000				
	HME3-1			70,490				11	0.000	11	0.000	11	0.000				
	HME2-1			112,708				17	0.001	17	0.001	17	0.001				
	HME2-2			315,913				48	0.002	48	0.002	48	0.002				
	HME2-3			462,046				70	0.002	70	0.002	70	0.002				
	WD-1		STOCKPIL E	218,461				33	0.001	33	0.001	33	0.001				
	PLANT			CRU1_M-1				6,985	1	0.000	1	0.000	1	0.000			
	PLANT			CRU1_M-2				6,985	1	0.000	1	0.000	1	0.000			
	Total							590	0.019	590	0.019	590	0.019				

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors are in accordance with the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to be equivalent to PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.10 (cont.)
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- PM ^(2,3)	EF- PM ₁₀ ^(2,3)	EF - PM _{2.5} ^(2,3)	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions		
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	
2029	HME2-1	PIT_OUE	CRU1_M-1	93,957	1.51E-01	1.51E-01	1.51E-01	14	0.000	14	0.000	14	0.000	
	HME3-1			58,763				9	0.000	9	0.000	9	0.000	
	HME3-2			42,888				6	0.000	6	0.000	6	0.000	
	HME3-3			142,308				21	0.001	21	0.001	21	0.001	
	HME3-4			7,215				1	0.000	1	0.000	1	0.000	
	ROAD_CRU			86,438				13	0.000	13	0.000	13	0.000	
	PLANT			37,098				6	0.000	6	0.000	6	0.000	
	HME2-1		CRU1_M2	93,957				14	0.000	14	0.000	14	0.000	
	HME3-1			58,763				9	0.000	9	0.000	9	0.000	
	HME3-2			42,888				6	0.000	6	0.000	6	0.000	
	HME3-3			142,308				21	0.001	21	0.001	21	0.001	
	HME3-4			7,215				1	0.000	1	0.000	1	0.000	
	ROAD_CRU			86,438				13	0.000	13	0.000	13	0.000	
	PLANT			37,098				6	0.000	6	0.000	6	0.000	
	HME2-1		STOCKPILE	144,991				22	0.001	22	0.001	22	0.001	
	HME3-1			90,681				14	0.000	14	0.000	14	0.000	
	HME3-2			66,184				10	0.000	10	0.000	10	0.000	
	HME3-3			219,606				33	0.001	33	0.001	33	0.001	
	HME3-4			5,274				1	0.000	1	0.000	1	0.000	
	ROAD_CRU			126,367				19	0.001	19	0.001	19	0.001	
	PLANT			36,978				6	0.000	6	0.000	6	0.000	
	HME3-3		WASTE_WD-1	256,509				39	0.001	39	0.001	39	0.001	
	HME3-2			77,306				12	0.000	12	0.000	12	0.000	
	HME3-1			105,919				16	0.001	16	0.001	16	0.001	
	HME2-1			169,356				26	0.001	26	0.001	26	0.001	
	HME2-2			474,694				72	0.002	72	0.002	72	0.002	
	HME2-3			694,274				105	0.003	105	0.003	105	0.003	
	HME2-4			20,656				3	0.000	3	0.000	3	0.000	
	WD-1			386,190				58	0.002	58	0.002	58	0.002	
	PLANT		STOCKPILE	CRU1_M-1				7,287	1	0.000	1	0.000	1	0.000
	PLANT			CRU1_M-2				7,287	1	0.000	1	0.000	1	0.000
	Total								578	0.018	578	0.018	578	0.018

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors are in accordance with the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to be equivalent to PM10 and total particulate matter.

TABLE A.11
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - METALLIC MINERALS PROCESSING (CRUSHERS)
MINE SITE

Year	Installation / Zone	Activity ⁽¹⁾	Ore (Q) ⁽²⁾	EF - TSP ⁽³⁾	EF - PM ₁₀ ⁽³⁾	EF - PM _{2.5} ⁽⁴⁾	Emissions control (C) ⁽⁵⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
			Mt/year	kg/t	kg/t	kg/t	%	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s
2025	CRU1-1	Primary crushing	10	0.200	0.020	0.0023	75	500,000	15.85	50,000	1.59	5,670	0.180
	CRU1-2	Primary crushing	10	0.200	0.020	0.0023	75	500,000	15.85	50,000	1.59	5,670	0.180
	CRU2-1	Secondary crushing	10	0.600	0.060	0.0023	75	1,500,000	47.56	150,000	4.76	5,670	0.180
	CRU2-2	Secondary crushing	10	0.600	0.060	0.0023	75	1,500,000	47.56	150,000	4.76	5,670	0.180
	Total							4,000,000	126.84	400,000	12.68	22,680	0.719
2026	CRU1-1	Primary crushing	15	0.200	0.020	0.0023	75	750,000	23.78	75,000	2.38	8,505	0.270
	CRU1-2	Primary crushing	15	0.200	0.020	0.0023	75	750,000	23.78	75,000	2.38	8,505	0.270
	CRU2-1	Secondary crushing	15	0.600	0.060	0.0023	75	2,250,000	71.35	225,000	7.13	8,505	0.270
	CRU2-2	Secondary crushing	15	0.600	0.060	0.0023	75	2,250,000	71.35	225,000	7.13	8,505	0.270
	Total							6,000,000	190.26	600,000	19.03	34,019	1.079
2027	CRU1-1	Primary crushing	30	0.200	0.020	0.0023	75	1,500,000	47.56	150,000	4.76	17,010	0.539
	CRU1-2	Primary crushing	30	0.200	0.020	0.0023	75	1,500,000	47.56	150,000	4.76	17,010	0.539
	CRU2-1	Secondary crushing	30	0.600	0.060	0.0023	75	4,500,000	142.69	450,000	14.27	17,010	0.539
	CRU2-2	Secondary crushing	30	0.600	0.060	0.0023	75	4,500,000	142.69	450,000	14.27	17,010	0.539
	Total							12,000,000	380.52	1,200,000	38.05	68,039	2.157
2028	CRU1-1	Primary crushing	30	0.200	0.020	0.0023	75	1,500,000	47.56	150,000	4.76	17,010	0.539
	CRU1-2	Primary crushing	30	0.200	0.020	0.0023	75	1,500,000	47.56	150,000	4.76	17,010	0.539
	CRU2-1	Secondary crushing	30	0.600	0.060	0.0023	75	4,500,000	142.69	450,000	14.27	17,010	0.539
	CRU2-2	Secondary crushing	30	0.600	0.060	0.0023	75	4,500,000	142.69	450,000	14.27	17,010	0.539
	Total							12,000,000	380.52	1,200,000	38.05	68,039	2.157
2029	CRU1-1	Primary crushing	30	0.200	0.020	0.0023	75	1,500,000	47.56	150,000	4.76	17,010	0.539
	CRU1-2	Primary crushing	30	0.200	0.020	0.0023	75	1,500,000	47.56	150,000	4.76	17,010	0.539
	CRU2-1	Secondary crushing	30	0.600	0.060	0.0023	75	4,500,000	142.69	450,000	14.27	17,010	0.539
	CRU2-2	Secondary crushing	30	0.600	0.060	0.0023	75	4,500,000	142.69	450,000	14.27	17,010	0.539
	Total							12,000,000	380.52	1,200,000	38.05	68,039	2.157

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Assumption: According to RIO TINTO, the moisture content of the ore entering the primary crusher is less than 4% (low moisture primary crushing).

(2) Source: Rio Tinto (2022).

(3) Source: Emission Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995).

(4) In the absence of the PM_{2.5} emission factor from the AP-42 guidance, the Mojave Desert Air Quality Management District, Emissions Inventory Guidance, Mineral Handling and Processing Industries (MDAQMD, 2000) was used.

(5) Wet scrubber use, control efficiency recommended by AP-42 Section 11.24 Metallic Minerals Processing.

Data:

Ore moisture (%) = 1.9 I0016-0000-G-REP-00059 - October 2022 Simandou 60Mtpa Simfer Jersey JV BFS Report - Chapter 18 - Planning and Design

TABLE A.12
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - MATERIAL TRANSFER
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Installation	Activity	Quantity of material (Q) ⁽¹⁾	EF - PM ⁽²⁾			Emissions control ^(4,5,6)			PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
					t/year	kg/TM	kg/TM	kg/TM	Efficiency - ER ₁ (%)	Efficiency - ER ₂ (%)	Control	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s
2025	CRU2-1	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into secondary crusher #1	10,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	2,447	0.078	1,157	0.037	175	0.006
	CRU2-2	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into secondary crusher #2	10,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	2,447	0.078	1,157	0.037	175	0.006
	T-1	Mine	Conveyor	Ore transfer to downhill conveyor	20,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	4,894	0.155	2,315	0.073	351	0.011
	T-2	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into Apron Feeder 1	20,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	4,894	0.155	2,315	0.073	351	0.011
	T-3	Mine	Stock	Transfer to stockyard conveyor	20,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75		Spraying	16,313	0.517	7,716	0.245	1,168	0.037
	STOCKYARD	Mine	Stock	Unloading into stockyard	20,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	50		Spraying	32,626	1.035	15,431	0.489	2,337	0.074
	T-4	Mine	Stock	Loading of ore into rail cars	20,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	95		Dust collector	3,263	0.103	1,543	0.049	234	0.007
Total												66,883	2.121	31,634	1.003	4,790	0.152
2026	CRU2-1	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into secondary crusher #1	15,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	3,670	0.116	1,736	0.055	263	0.008
	CRU2-2	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into secondary crusher #2	15,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	3,670	0.116	1,736	0.055	263	0.008
	T-1	Mine	Conveyor	Ore transfer to downhill conveyor	30,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	7,341	0.233	3,472	0.110	526	0.017
	T-2	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into Apron Feeder 1	30,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	7,341	0.233	3,472	0.110	526	0.017
	T-3	Mine	Stock	Transfer to stockyard conveyor	30,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75		Spraying	24,469	0.776	11,573	0.367	1,753	0.056
	STOCKYARD	Mine	Stock	Unloading into stockyard	30,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	50		Spraying	48,939	1.552	23,147	0.734	3,505	0.111
	T-4	Mine	Stock	Loading of ore into rail cars	30,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	95		Dust collector	4,894	0.155	2,315	0.073	351	0.011
Total												100,324	3.181	47,451	1.505	7,185	0.228
2027	CRU2-1	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into secondary crusher #1	30,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	7,341	0.233	3,472	0.110	526	0.017
	CRU2-2	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into secondary crusher #2	30,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	7,341	0.233	3,472	0.110	526	0.017
	T-1	Mine	Conveyor	Ore transfer to downhill conveyor	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	14,682	0.466	6,944	0.220	1,052	0.033
	T-2	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into Apron Feeder 1	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	14,682	0.466	6,944	0.220	1,052	0.033
	T-3	Mine	Stock	Transfer to stockyard conveyor	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75		Spraying	48,939	1.552	23,147	0.734	3,505	0.111
	STOCKYARD	Mine	Stock	Unloading into stockyard	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	50		Spraying	97,878	3.104	46,293	1.468	7,010	0.222
	T-4	Mine	Stock	Loading of ore into rail cars	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	95		Dust collector	9,788	0.310	4,629	0.147	701	0.022
Total												200,649	6.363	94,902	3.009	14,371	0.456
2028	CRU2-1	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into secondary crusher #1	30,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	7,341	0.233	3,472	0.110	526	0.017
	CRU2-2	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into secondary crusher #2	30,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	7,341	0.233	3,472	0.110	526	0.017
	T-1	Mine	Conveyor	Ore transfer to downhill conveyor	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	14,682	0.466	6,944	0.220	1,052	0.033
	T-2	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into Apron Feeder 1	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	14,682	0.466	6,944	0.220	1,052	0.033
	T-3	Mine	Stock	Transfer to stockyard conveyor	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75		Spraying	48,939	1.552	23,147	0.734	3,505	0.111
	STOCKYARD	Mine	Stock	Unloading into stockyard	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	50		Spraying	97,878	3.104	46,293	1.468	7,010	0.222
	T-4	Mine	Stock	Loading of ore into rail cars	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	95		Dust collector	9,788	0.310	4,629	0.147	701	0.022
Total												200,649	6.363	94,902	3.009	14,371	0.456
2029	CRU2-1	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into secondary crusher #1	30,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	7,341	0.233	3,472	0.110	526	0.017
	CRU2-2	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into secondary crusher #2	30,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	7,341	0.233	3,472	0.110	526	0.017
	T-1	Mine	Conveyor	Ore transfer to downhill conveyor	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	14,682	0.466	6,944	0.220	1,052	0.033
	T-2	Mine	Conveyor	Unloading of coarse ore into Apron Feeder 1	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75	70	Spraying and enclosure	14,682	0.466	6,944	0.220	1,052	0.033
	T-3	Mine	Stock	Transfer to stockyard conveyor	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	75		Spraying	48,939	1.552	23,147	0.734	3,505	0.111
	STOCKYARD	Mine	Stock	Unloading into stockyard	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	50		Spraying	97,878	3.104	46,293	1.468	7,010	0.222
	T-4	Mine	Stock	Loading of ore into rail cars	60,000,000	3.26E-03	1.54E-03	2.34E-04	95		Dust collector	9,788	0.310	4,629	0.147	701	0.022
Total												200,649	6.363	94,902	3.009	14,371	0.456

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

- (1) Source: 10016-0000-G-REP-00059 - October 2022 Simandou 60Mtpa Simfer Jersey JV BFS Report - Chapter 18 - Planning and Design.
- (2) Source: Emission Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995).
- (3) Spraying was assumed to have a 75% reduction efficiency per the Emissions Inventory Guidance - Mineral Processing and Handling Industries (MDAQMD 2000).
- (4) The belt was assumed to have a three-quarter enclosure with a reduction efficiency of 70% according to the Emissions Inventory Guidance - Ore Processing and Handling Industries (MDAQMD 2000).
- (5) The dust collector was assumed to have a reduction efficiency of 75% per the Emission Inventory Guide - Ore Processing and Handling Industries (MDAQMD 2000).

Data:

Average wind speed - U (m/s) = 4.5
Natural moisture content - M (%) = 1.9

Source: WRF model outputs for the period 2017 to 2021, located at 513209E 956138N.
10016-0000-G-REP-00059 - October 2022 Simandou 60Mtpa Simfer Jersey JV BFS Report - Chapter 18 - Planning and Design

Emission factor equation (US EPA, 2009):

$$EF = k \times 0.0016 \times \left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3} \left(\frac{M}{2} \right)^{1.4}$$

k - PM = 0.74
k - PM₁₀ = 0.35
k - PM_{2.5} = 0.053

$$E = Q \times EF$$

$$Ec = E \times \left(1 - \frac{ER_1}{100} \right) \times \left(1 - \frac{ER_2}{100} \right) \times \left(1 - \frac{ER_3}{100} \right)$$

TABLE A.13
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - VEHICLE TRAFFIC (PARTICLE SUSPENSION) AND FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Source	Machine hours ⁽¹⁾	Average speed of vehicles - L ⁽²⁾	Vehicle kilometer traveled - VKT	Particle suspension			Combustion	Emissions control (%) ⁽⁵⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
						EF- PM ⁽³⁾	EF- PM ₁₀ ⁽³⁾	EF- PM _{2.5} ⁽³⁾								
			hour-eq/year	km	km/year	g/km	g/km	g/km	g/km	ER	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s
2023 2024	CAM_INT	Bus 50 people	6,200	30.00	186,000	2,355.07	671.30	67.13	0.207	75%	109,549	3.474	31,254	0.991	3,160	0.100
	CAM_INT	Fuel truck type Cat 777	12,400	20.00	248,000	5,407.83	1,541.48	154.15	0.130	75%	335,318	10.633	95,604	3.074	9,589	0.304
	CAM_INT	Water truck type Cat 777	6,200	20.00	124,000	5,407.83	1,541.48	154.15	0.130	75%	167,659	5.316	47,802	1.537	4,795	0.152
	CAM_INT_S	Explosive truck 20 tonnes	6,200	20.00	124,000	3,032.91	864.52	86.45	0.130	75%	94,036	2.982	26,816	0.862	2,696	0.085
	CAM_INT_S	Explosive truck detonators	6,200	20.00	124,000	2,220.22	632.86	63.29	0.130	75%	68,843	2.183	19,635	0.631	1,978	0.063
	CAM_INT	Type Toyota hilux	52,700	30.00	1,581,000	954.84	272.17	27.22	0.078	75%	377,526	11.971	107,701	3.463	10,881	0.345
	CAM_INT	Type toyota Land cruiser	21,700	30.00	651,000	954.84	272.17	27.22	0.078	75%	155,452	4.929	44,347	1.426	4,481	0.142
	Total										1,308,383	41.49	373,159	11.98	37,580	1.19
2025 2026 2027 2028	CAM_INT	Bus 50 people	6,200	30.00	186,000	2,355.07	671.30	67.13	0.207	75%	109,549	3.474	31,254	0.991	3,160	0.100
	CAM_INT	Fuel truck type Cat 777	12,400	20.00	248,000	5,407.83	1,541.48	154.15	0.130	75%	335,318	10.633	95,604	3.032	9,589	0.304
	CAM_INT	Water truck type Cat 777	18,600	20.00	372,000	5,407.83	1,541.48	154.15	0.130	75%	502,976	15.949	143,406	4.547	14,384	0.456
	CAM_INT_S	Explosive truck 20 tonnes	6,200	20.00	124,000	3,032.91	864.52	86.45	0.130	75%	94,036	2.982	26,816	0.850	2,696	0.085
	CAM_INT_S	Explosive truck detonators	6,200	20.00	124,000	2,220.22	632.86	63.29	0.130	75%	68,843	2.183	19,635	0.623	1,978	0.063
	CAM_INT	Type Toyota hilux	52,700	30.00	1,581,000	954.84	272.17	27.22	0.078	75%	377,526	11.971	107,701	3.415	10,881	0.345
	CAM_INT	Type toyota Land cruiser	21,700	30.00	651,000	954.84	272.17	27.22	0.078	75%	155,452	4.929	44,347	1.406	4,481	0.142
	Total										1,643,701	52.12	468,763	14.86	47,170	1.50
2029	CAM_INT	Bus 50 people	6,200	30.00	186,000	2,355.07	671.30	67.13	0.207	75%	109,549	3.474	31,254	0.991	3,160	0.100
	CAM_INT	Bus 20 people	6,200	30.00	186,000	2,355.07	671.30	67.13	0.207	75%	109,549	3.474	31,254	0.991	3,160	0.100
	CAM_INT	Fuel truck type Cat 777	12,400	20.00	248,000	5,407.83	1,541.48	154.15	0.130	75%	335,318	10.633	95,604	3.032	9,589	0.304
	CAM_INT	Water truck type Cat 777	18,600	20.00	372,000	5,407.83	1,541.48	154.15	0.130	75%	502,976	15.949	143,406	4.547	14,384	0.456
	CAM_INT_S	Explosive truck 20 tonnes	9,300	20.00	186,000	3,032.91	864.52	86.45	0.130	75%	141,055	4.473	40,224	1.276	4,044	0.128
	CAM_INT_S	Explosive truck detonators	6,200	20.00	124,000	2,220.22	632.86	63.29	0.130	75%	68,843	2.183	19,635	0.623	1,978	0.063
	CAM_INT	Type Toyota hilux	52,700	30.00	1,581,000	954.84	272.17	27.22	0.078	75%	377,526	11.971	107,701	3.415	10,881	0.345
	CAM_INT	Type toyota Land cruiser	21,700	30.00	651,000	954.84	272.17	27.22	0.078	75%	155,452	4.929	44,347	1.406	4,481	0.142
Total											1,800,268	57.09	513,425	16.28	51,678	1.64

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

- (1) Projected hours of operation based on the number of vehicles provided by RIO TINTO (2022).
 (2) Source: RIO TINTO (September 2022).
 (3) Source: Chapter 13 Miscellaneous Sources, Section 13.2.2 Unpaved Roads (US EPA, 2006).
 (4) Source: Emission factors are from the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.
 (5) Source: Mineral Handling and Processing Industries Guidebook (MDAQMD, 2000).

Data:

Scale factor k for < 30 µm =	4.9	Source: AP-42 Guidance, section 13.2.2 Unpaved Roads (U.S. EPA, 2006).
Constant a for < 30 µm =	0.7	Source: AP-42 Guidance, section 13.2.2 Unpaved Roads (U.S. EPA, 2006).
Constant a for < 10 and 2.5 µm =	0.9	Source: AP-42 Guidance, section 13.2.2 Unpaved Roads (U.S. EPA, 2006).
Scale factor k for < 10 µm =	1.5	Source: AP-42 Guidance, section 13.2.2 Unpaved Roads (U.S. EPA, 2006).
Scale factor k for < 2.5 µm =	0.15	Source: AP-42 Guidance, section 13.2.2 Unpaved Roads (U.S. EPA, 2006).
Average mass of trucks for explosives - W (t) =	15	Source: Assumed by Knight Piésold from equipment data sheet.
Average mass of trucks for inputs - W (t) =	30	Source: Assumed by Knight Piésold from equipment data sheet.
Average mass of buses - W (t) =	17.1	Source: Assumed by Knight Piésold from equipment data sheet.
Average mass of pickup trucks - W (t) =	2.3	Source: Toyota Hilux srv data sheet:
Average mass of trucks (t) =	108	Source: CAT 777 data sheet.
Days of precipitation greater than 0.254 mm (P) =	0	Source: WRF model outputs for 2017 to 2021, located at 513209E 956138N.
Average fines content in haulage routes % (s) =	8.4	Source: US EPA. 2006. 13.2.2 Unpaved Roads. In NC (ed.). NC, U. S. Environmental Protection Agency. p. 1-20. Table 13.2.2-1.

Emission factor equation (US EPA, 2006):

$$EF_{PM} = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.7} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0.2819$$

$$E = EF \times VKT$$

$$E_c = E \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

$$EF = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0.9} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0.2819$$

TABLE A.14
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - DIESEL GENERATORS
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type ⁽¹⁾	Power - P ⁽²⁾	Hours of operation - T ⁽¹⁾	EF - PTS ⁽³⁾	EF - PM ₁₀ ⁽³⁾	EF - PM _{2.5} ⁽³⁾	Npi Code	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
					kW	hour-eq/year	kg/kWh	kg/kWh	kg/kWh		E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2023 2024	G-01	Mine	Power Generator No. 1	CAT DE110E2	94	8,640	1.34E-03	1.34E-03	1.31E-03	49	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	G-02	Mine	Power Generator No. 2	CAT DE110E2	94	8,640	1.34E-03	1.34E-03	1.31E-03	49	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Total										2,167	0.069	2,167	0.069	2,119	0.067
2025 2026 2027 2028 2029	G-01	Mine	Power Generator No. 1	CAT DE110E2	94	8,640	1.34E-03	1.34E-03	1.31E-03	49	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	G-02	Mine	Power Generator No. 2	CAT DE110E2	94	8,640	1.34E-03	1.34E-03	1.31E-03	49	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	G-03	Mine	Power Generator No. 3	CAT DE110E2	94	8,640	1.34E-03	1.34E-03	1.31E-03	49	1,084	0.034	1,084	0.034	1,059	0.034
	Total										3,251	0.103	3,251	0.103	3,178	0.101

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Based on information provided by RIO TINTO.

(2) Source: Equipment data sheets.

(3) Source: National Pollutant Inventory, Emission Estimation Technique Manual for Combustion Engines (NPI, 2008).

Data:

Load factor (L) =

1

Source: Emission estimation technique manual for Combustion engines - NPI (2008)

Equation used (NPI, 2008):

$$E = P \times LF \times T \times EF$$

TABLE A.15
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - WIND EROSION IN OPEN AREAS
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Area ⁽¹⁾	EF - PM ⁽²⁾	EF - PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
				m ² /year	g-year/m ² s	g-year/m ² s	g-year/m ² s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s
2023	PIT_OUE-E	Mine	Wind erosion in the Oueleba pit	613,400	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	72	0.007	36	0.004	5	0.0006
	WASTE-WD1-E	Mine	Wind erosion in the WD1 WRF	727,296	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	86	0.009	43	0.004	6	0.0007
	STOCKPILE-E	Mine	ROM Stockpile	23,685	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	3	0.000	1	0.000	0	0.0000
	Total							161	0.016	80	0.008	12	0.001
2024	PIT_OUE-E	Mine	Wind erosion in the Oueleba pit	613,400	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	72	0.007	36	0.004	5	0.0006
	WASTE-WD1-E	Mine	Wind erosion in the WD1 WRF	727,296	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	86	0.009	43	0.004	6	0.0007
	STOCKPILE-E	Mine	ROM Stockpile	23,685	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	3	0.000	1	0.000	0	0.0000
	Total							161	0.016	80	0.008	12	0.001
2025	PIT_OUE-E	Mine	Wind erosion in the Oueleba pit	1,356,600	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	160	0.016	80	0.008	12	0.0012
	WASTE-WD1-E	Mine	Wind erosion in the WD1 WRF	727,296	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	86	0.009	43	0.004	6	0.0007
	STOCKPILE-E	Mine	ROM Stockpile	23,685	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	3	0.000	1	0.000	0	0.0000
	STOCKYARD-E	Mine	Coarse ore stockpiling (crushing)	365,252	1.74E-08	8.68E-09	1.30E-09	62	0.006	31	0.003	5	0.0005
	Total							310	0.032	155	0.016	23	0.002
2026	PIT_OUE-E	Mine	Wind erosion in the Oueleba pit	1,764,500	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	208	0.021	104	0.011	16	0.0016
	WASTE-WD1-E	Mine	Wind erosion in the WD1 WRF	948,031	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	112	0.011	56	0.006	8	0.0009
	STOCKPILE-E	Mine	ROM Stockpile	23,685	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	3	0.000	1	0.000	0	0.0000
	STOCKYARD-E	Mine	Coarse ore stockpiling (crushing)	365,252	1.74E-08	8.68E-09	1.30E-09	62	0.006	31	0.003	5	0.0005
	Total							384	0.039	192	0.020	29	0.003
2027	PIT_OUE-E	Mine	Wind erosion in the Oueleba pit	1,764,500	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	208	0.021	104	0.011	16	0.0016
	WASTE-WD1-E	Mine	Wind erosion in the WD1 WRF	948,031	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	112	0.011	56	0.006	8	0.0009
	STOCKPILE-E	Mine	ROM Stockpile	23,685	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	3	0.000	1	0.000	0	0.0000
	STOCKYARD-E	Mine	Coarse ore stockpiling (crushing)	365,252	1.74E-08	8.68E-09	1.30E-09	62	0.006	31	0.003	5	0.00048
	Total							384	0.039	192	0.020	29	0.003
2028	PIT_OUE-E	Mine	Wind erosion in the Oueleba pit	2,075,800	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	244	0.025	122	0.012	18	0.0019
	WASTE-WD1-E	Mine	Wind erosion in the WD1 WRF	1,168,765	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	138	0.014	69	0.007	10	0.0010
	STOCKPILE-E	Mine	ROM Stockpile	23,685	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	3	0.000	1	0.000	0	0.0000
	STOCKYARD-E	Mine	Coarse ore stockpiling (crushing)	365,252	1.74E-08	8.68E-09	1.30E-09	62	0.006	31	0.003	5	0.00048
	Total							447	0.045	224	0.023	34	0.003
2029	PIT_OUE-E	Mine	Wind erosion in the Oueleba pit	2,075,800	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	244	0.025	122	0.012	18	0.0019
	WASTE-WD1-E	Mine	Wind erosion in the WD1 WRF	1,168,765	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	138	0.014	69	0.007	10	0.0010
	STOCKPILE-E	Mine	ROM Stockpile	23,685	1.20E-08	5.99E-09	8.98E-10	3	0.000	1	0.000	0	0.0000
	STOCKYARD-E	Mine	Coarse ore stockpiling (crushing)	365,252	1.74E-08	8.68E-09	1.30E-09	62	0.006	31	0.003	5	0.00048
	Total							447	0.045	224	0.023	34	0.003

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: Areas determined from the projection of infrastructures provided by RIO TINTO.

(2) Source: Preparation and implementation of air emission dispersion modeling (MDELCC, 2017).

Data:

Particulate aerodynamic factor (see below) - PM (J) =	1	Source: Preparation and implementation of air emission dispersion modeling (MDELCC, 2017)
Particulate aerodynamic factor (see below) - PM ₁₀ (J) =	0.5	Source: Preparation and implementation of air emission dispersion modeling (MDELCC, 2017)
Particulate aerodynamic factor (see below) - PM _{2.5} (J) =	0.075	Source: Preparation and implementation of air emission dispersion modeling (MDELCC, 2017)
Fines content in WD-1 and the ROM stockpile (s) =	6.90	Source: AP-42 Guidance, section 11.9 Western Surface Coal Mining (U.S. EPA, 1998).
Fines content of the coarse ore (s) =	10.00	Source: Mine_Annex 08A_Air Quality Info (RIO TINTO)
Percentage of winds greater than 5.36 m/s-1	31.18	Source: WRF model outputs for the period 2017 to 2021 in the mine area.

Emission factor equation (MDELCC, 2017):

$$FE \text{ (g/m}^2\text{.s)} = 1,52 \times 10^{-6} \times J \times s$$

TABLE A.16
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - RAILWAY
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Tier ⁽¹⁾	Stage	Total transportation per year ⁽¹⁾ kt/year	Activity level (hrs-maq)	EF - PTS ^(2,3)	EF - PM ₁₀ ⁽²⁾	EF - PM _{2.5} ⁽²⁾	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
							hr/year	g/hr	g/hr	g/hr	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2025	LO	Rail	Load	2	IIIB	20,000	2000	1102	1102	1068.94	2,204	0.0699	2,204	0.0699	2,138	0.0678
	VA	Rail	Trip	2	IIIB		2755.6	1044	1044	1012.68	2,877	0.0912	2,877	0.0912	2,790	0.0885
	Total										5,081	0.161	5,081	0.161	4,928	0.156
2026	LO	Rail	Load	2	IIIB	30,000	3000	1102	1102	1068.94	3,306	0.1048	3,306	0.1048	3,207	0.1017
	VA	Rail	Trip	2	IIIB		4133.3	1044	1044	1012.68	4,315	0.1368	4,315	0.1368	4,186	0.1327
	Total										7,621	0.242	7,621	0.242	7,393	0.234
2027	LO	Rail	Load	2	IIIB	60,000	6000	1102	1102	1068.94	6,612	0.2097	6,612	0.2097	6,414	0.2034
	VA	Rail	Trip	2	IIIB		8266.666667	1044	1044	1012.68	8,630	0.2737	8,630	0.2737	8,371	0.2655
	Total										15,242	0.483	15,242	0.483	14,785	0.469
2028	LO	Rail	Load	2	IIIB	60,000	6000	1102	1102	1068.94	6,612	0.2097	6,612	0.2097	6,414	0.2034
	VA	Rail	Trip	2	IIIB		8266.7	1044	1044	1012.68	8,630	0.2737	8,630	0.2737	8,371	0.2655
	Total										15,242	0.483	15,242	0.483	14,785	0.469
2029	LO	Rail	Load	2	IIIB	60,000	6000	1102	1102	1068.94	6,612	0.2097	6,612	0.2097	6,414	0.2034
	VA	Rail	Trip	2	IIIB		8266.7	1044	1044	1012.68	8,630	0.2737	8,630	0.2737	8,371	0.2655
	Total										15,242	0.483	15,242	0.483	14,785	0.469

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: Information provided by RIO TINTO (2022).

(2) Source: Office of Transportation and Air Quality - Emission Factors for Locomotives (EPA, 2009).

(3) Total PM is assumed to be equal to PM₁₀.

Data:

Transport per trip (t/hr) =	10000	Source: Based on information provided by RIO TINTO (2022).
Trip speed (km/hr) =	90	Source: Based on maximum empty (100 km/h) and full (80 km/h) train speeds.
Power (HP) =	5800	Source: Based on information provided by RIO TINTO (2022).
Road length (km) =	62	Source: Based on information provided by RIO TINTO (2022).

TABLE A.17
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - MODULAR EXCESS AIR COMBUSTORS
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type of source	Amount of waste (1)	EF - PTS ^(2,3)	EF - PM ₁₀ ^(2,3)	EF - PM _{2.5} ^(2,3)	PM emissions		PM ₁₀ emissions		PM _{2.5} emissions	
					Mg	kg/Mg	kg/Mg	kg/Mg	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2023	INC	Mine	Waste incinerator	Occasional	260	0.105	0.105	0.105	27.3	0.0009	27.3	0.0009	27.3	0.0009
2024														
2025														
2026														
2027														
2028														
2029														

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

- (1) Assumption: An electrostatic precipitator is provided.
 (2) Assumption: 20% of total waste generated per year.
 (3) Source: Emission Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995) - Section 2.1 Solid Waste Incineration (USEPA, 1996).
 (4) Assumption: total PM_{2.5} is equal to PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.18
GASEOUS EMISSIONS - BLASTING
MINE SITE

Year	Code of source	Source	Explosives quantity (V) ⁽¹⁾	EF - CO	EF -NO _x ⁽²⁾	EF - SO ₂ ⁽²⁾	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions	
			TM/year	kg/TM	kg/TM	kg/TM	E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾	E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾	E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾
2023	PIT_OUE_PM2-V	Emulsion quantity - Oueleba Pit_Pre-Mine-2	2,767	2.300	0.200	0.000	6,365	4.844	553	0.421	-	-
	Total						6,365	4.844	553	0.421	-	-
2024	PIT_OUE_PM1-V	Emulsion quantity - Oueleba Pit_Pre-Mine-1	3,908	2.300	0.200	0.000	8,988	6.840	782	0.595	-	-
	Total						8,988	6.840	782	0.595	-	-
2025	PIT_OUE_P1-V	Emulsion quantity - Oueleba Pit_Phase 1	4,381	2.300	0.200	0.000	10,076	7.668	876	0.667	-	-
	Total						10,076	7.668	876	0.667	-	-
2026	PIT_OUE_P2-V	Emulsion quantity - Oueleba Pit_Phase 2	6,454	2.300	0.200	0.000	14,845	11.297	1,291	0.982	-	-
	Total						14,845	11.297	1,291	0.982	-	-
2027	PIT_OUE_P2-V	Emulsion quantity - Oueleba Pit_Phase 2	14,635	2.300	0.200	0.000	33,660	25.616	2,927	2.228	-	-
	Total						33,660	25.616	2,927	2.228	-	-
2028	PIT_OUE_P3-V	Emulsion quantity - Oueleba Pit_Phase 3	9,936	2.300	0.200	0.000	22,853	17.392	1,987	1.512	-	-
	Total						22,853	17.392	1,987	1.512	-	-
2029	PIT_OUE_P3-V	Emulsion quantity - Oueleba Pit_Phase 3	8,864	2.300	0.200	0.000	20,387	15.515	1,773	1.349	-	-
	Total						20,387	15.515	1,773	1.349	-	-

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: Log of the number of explosions reported by RIO TINTO (2022).

(2) Source: Emission estimation technique manual for Explosives detonation and firing ranges Version 3.1 (NPI, 2016).

(3) Blast emissions are dispersed within 1 hour between 12:00 and 14:00.

TABLE A.19
GASEOUS EMISSIONS - USE OF HEAVY EQUIPMENT (VEHICLE EXHAUST)
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type ⁽¹⁾	Power p ⁽²⁾	Load factor (LF) ⁽³⁾	Total hours used ⁽¹⁾ hour-eq/year	EF - CO ⁽³⁾ kg/kWh	EF - NO _x ⁽³⁾ kg/kWh	EF - SO ₂ ^(3,4) kg/kWh	NPI Table N°	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions	
					kW							E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾	E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾	E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾
2023	PIT_OUE	Mine	Shovel	CAT 6060	2,256	1.00	7,572	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	57,056	1.809	134,953	4.279	2	0.000
		Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	33,232	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	33,373	1.058	2,642	0.084	4,206	0.133
		Mine	Drilling Machine	Sandvick DR 410	563	1.00	4,723	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	8,881	0.520	21,005	1.230	0	0.000
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	8,123	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	8,949	0.284	29,092	0.922	923	0.029
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	12,198	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	4,321	0.137	13,174	0.418	509	0.016
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	6,099	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,780	0.056	5,428	0.172	210	0.007
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	19,548	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	180	0.006	431	0.014	12	0.000
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	6,226	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	2,427	0.077	5,257	0.167	128	0.004
		Total										116,968	3.947	211,982	7.286	5,991	0.190
	WASTE_WD1	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	11,729	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	11,779	0.374	932	0.030	1,485	0.047
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	5,139	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	5,662	0.180	18,405	0.584	584	0.019
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	8,132	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	2,881	0.091	8,783	0.278	339	0.011
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	4,066	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,187	0.038	3,619	0.115	140	0.004
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	12,367	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	114	0.004	273	0.009	7	0.000
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	3,939	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	1,536	0.049	3,326	0.105	81	0.003
		Total										23,158	0.734	35,338	1.121	2,637	0.084
	STOCKPILE	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	19,910	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	19,995	0.634	1,583	0.050	2,520	0.080
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	12,104	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	13,335	0.423	43,347	1.375	1,376	0.044
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	7,181	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	66	0.002	158	0.005	4	0.000
		Total										33,395	1.059	45,089	1.430	3,900	0.124
	TOTAL											173,521	5.741	292,409	9.836	12,528	0.397
2024	PIT_OUE	Mine	Shovel	CAT 6060	2,256	1.00	8,466	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	63,793	2.023	150,887	4.785	2	0.000
		Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	27,367	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	27,484	0.872	2,176	0.069	3,464	0.110
		Mine	Drilling Machine	Sandvick DR 410	563	1.00	4,723	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	8,881	0.520	21,005	1.230	0	0.000
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	8,123	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	8,949	0.284	29,092	0.922	923	0.029
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	6,099	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	2,161	0.069	6,587	0.209	255	0.008
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	6,099	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,780	0.056	5,428	0.172	210	0.007
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	19,548	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	180	0.006	431	0.014	12	0.000
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	6,164	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	2,403	0.076	5,205	0.165	127	0.004
		Total										115,630	3.905	220,811	7.565	4,993	0.158
	WASTE_WD1	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	11,729	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	11,779	0.374	932	0.030	1,485	0.047
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	5,273	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	5,809	0.184	18,884	0.599	599	0.019
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	4,066	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,440	0.046	4,391	0.139	170	0.005
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	4,066	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,187	0.038	3,619	0.115	140	0.004
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	12,689	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	117	0.004	280	0.009	8	0.000
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	4,001	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	1,560	0.049	3,378	0.107	83	0.003
		Total										21,892	0.694	31,485	0.998	2,484	0.079
	STOCKPILE	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	14,480	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	14,542	0.461	1,151	0.037	1,833	0.058
		Mine	Wheel Loader	CAT 994	1,297	0.50	12,104	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	28,493	0.904	92,621	2.937	2,940	0.093
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	6,859	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	63	0.002	151	0.005	4	0.000
		Total										43,098	1.367	93,924	2.978	4,776	0.151
	TOTAL											180,619	5.966	346,220	11.542	12,253	0.389

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: RIO TINTO Equipment Log (2022).

(2) Source: Equipment Technical Sheets.

(3) Source: National Pollutant Inventory, Emission Estimation Technique Manual for Combustion Engines (NPI, 2008).

(4) Assumes 500 ppm sulfur in diesel fuel.

Equation used (NPI, 2008):

$$E = P \times LF \times T \times EF$$

TABLE A.19 (cont.)
GASES EMISSIONS - USE OF HEAVY EQUIPMENT (VEHICLE EXHAUST)
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type ⁽¹⁾	Power	Load factor (LF) ⁽²⁾	Total hours	EF - CO ⁽³⁾	EF - NO _x ⁽³⁾	EF - SO ₂ ^(3,4)	NPI Table	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions	
					p ⁽²⁾		used ⁽¹⁾					E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾	E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾	E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾
					kW		h-mag/year					kg/kWh	kg/kWh	kg/kWh	N°		
2025	PIT_OUE	Mine	Shovel	CAT 6060	2,256	1.00	7,555	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	56,926	1.805	134,646	4.270	2	0.000
		Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	23,458	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	23,557	0.747	1,865	0.059	2,969	0.094
		Mine	Drilling Machine	Sandvick DR 410	563	1.00	4,723	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	8,881	0.520	21,005	1.230	0	0.000
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	8,123	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	8,949	0.284	29,092	0.922	923	0.029
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	6,099	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	2,161	0.069	6,587	0.209	255	0.008
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	6,099	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,780	0.056	5,428	0.172	210	0.007
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	18,818	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	173	0.005	415	0.013	11	0.000
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	8,472	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	3,303	0.105	7,154	0.227	175	0.006
	Total											105,731	3.591	206,192	7.102	4,545	0.144
	WASTE_WD1	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	7,819	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	7,852	0.249	622	0.020	990	0.031
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	1,353	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	1,490	0.047	4,845	0.154	154	0.005
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	4,066	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,440	0.046	4,391	0.139	170	0.005
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	4,066	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,187	0.038	3,619	0.115	140	0.004
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	3,760	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	35	0.001	83	0.003	2	0.000
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	1,693	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	660	0.021	1,429	0.045	35	0.001
	Total											12,665	0.402	14,989	0.475	1,490	0.047
	STOCKPILE	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	1,396	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	1,402	0.044	111	0.004	177	0.006
		Mine	Wheel Loader	CAT 994	1,297	0.50	13,048	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	30,717	0.974	99,850	3.166	3,169	0.100
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	16,518	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	152	0.005	365	0.012	10	0.000
		Total											32,270	1.023	100,325	3.181	3,355
	TOTAL												150,666	5.016	321,507	10.759	9,391
2026	PIT_OUE	Mine	Shovel	CAT 6060	2,256	1.00	12,223	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	92,103	2.921	217,848	6.908	3	0.000
		Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	50,825	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	51,041	1.619	4,041	0.128	6,433	0.204
		Mine	Drilling Machine	Sandvick DR 410	563	1.00	6,470	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	12,166	0.712	28,776	1.685	0	0.000
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	8,123	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	8,949	0.284	29,092	0.922	923	0.029
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	3,482	4.70E-03	1.09E-02	3.75E-04	28	3,771	0.120	8,746	0.277	300	0.010
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	6,099	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	2,161	0.069	6,587	0.209	255	0.008
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	6,099	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,780	0.056	5,428	0.172	210	0.007
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	17,408	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	160	0.005	384	0.012	10	0.000
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	8,079	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	3,150	0.100	6,822	0.216	167	0.005
		Total											175,281	5.885	307,723	10.530	8,302
	WASTE_WD1	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	11,729	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	11,779	0.374	932	0.030	1,485	0.047
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	2,097	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	2,311	0.073	7,511	0.238	238	0.008
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	899	4.70E-03	1.09E-02	3.75E-04	28	974	0.031	2,258	0.072	78	0.002
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	4,066	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,440	0.046	4,391	0.139	170	0.005
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	4,066	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,187	0.038	3,619	0.115	140	0.004
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	4,495	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	41	0.001	99	0.003	3	0.000
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	2,086	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	813	0.026	1,761	0.056	43	0.001
		Total											18,545	0.588	20,572	0.652	2,156
	STOCKPILE	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	10,754	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	10,800	0.342	855	0.027	1,361	0.043
		Mine	Wheel Loader	CAT 994	1,297	0.50	13,795	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	32,473	1.030	105,561	3.347	3,350	0.106
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	3,439	4.70E-03	1.09E-02	3.75E-04	28	3,724	0.118	8,638	0.274	297	0.009
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	4,295	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	39	0.001	95	0.003	3	0.000
		Total											47,037	1.492	115,148	3.651	5,011
	TOTAL												240,863	7.964	443,443	14.834	15,469

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: RIO TINTO Equipment Log (2022).

(2) Source: Equipment Technical Sheets.

(3) Source: National Pollutant Inventory, Emission Estimation Technique Manual for Combustion Engines (NPI, 2008).

(4) Assumes 500 ppm sulfur in diesel fuel.

Equation used (NPI, 2008):

$$E = P \times LF \times T \times EF$$

TABLE A.19 (cont.)
GASES EMISSIONS - USE OF HEAVY EQUIPMENT (VEHICLE EXHAUST)
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type ⁽¹⁾	Power	Load factor (LF) ⁽²⁾	Total hours used ⁽¹⁾	EF - CO ⁽³⁾	EF - NO _x ⁽³⁾	EF - SO ₂ ^(3,4)	NPI Table	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions	
					kW							E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾	E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾	E - kg/year	E - g/s ⁽³⁾
2027	PIT_OUE	Mine	Shovel	CAT 6060	2,256	1.00	24,568	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	185,121	5.870	437,861	13.884	7	0.000
		Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	52,780	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	53,004	1.681	4,196	0.133	6,681	0.212
		Mine	Drilling Machine	Sandvick DR 410	563	1.00	14,387	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	27,054	1.584	63,991	3.746	1	0.000
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	8,123	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	8,949	0.284	29,092	0.922	923	0.029
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	1,738	4.70E-03	1.09E-02	3.75E-04	28	1,882	0.060	4,365	0.138	150	0.005
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	12,198	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	4,321	0.137	13,174	0.418	509	0.016
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	6,099	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,780	0.056	5,428	0.172	210	0.007
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	28,394	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	261	0.008	627	0.020	17	0.001
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	8,663	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	3,377	0.107	7,315	0.232	179	0.006
		Total										285,751	9.787	566,049	19.666	8,676	0.275
	WASTE_WD1	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	7,819	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	7,852	0.249	622	0.020	990	0.031
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	1,408	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	1,552	0.049	5,044	0.160	160	0.005
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	301	4.70E-03	1.09E-02	3.75E-04	28	326	0.010	757	0.024	26	0.001
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	8,132	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	2,881	0.091	8,783	0.278	339	0.011
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	4,066	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,187	0.038	3,619	0.115	140	0.004
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	4,923	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	45	0.001	109	0.003	3	0.000
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	1,502	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	586	0.019	1,268	0.040	31	0.001
		Total										14,429	0.458	20,200	0.641	1,689	0.054
	STOCKPILE	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	20,535	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	20,623	0.654	1,633	0.052	2,599	0.082
		Mine	Wheel Loader	CAT 994	1,297	0.50	13,733	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	32,327	1.025	105,087	3.332	3,335	0.106
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	1,911	4.70E-03	1.09E-02	3.75E-04	28	2,070	0.066	4,800	0.152	165	0.005
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	31,843	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	293	0.009	703	0.022	19	0.001
	Total											55,312	1.754	112,222	3.559	6,118	0.194
	TOTAL											355,492	11.998	696,470	23.865	16,484	0.523
2028	PIT_OUE	Mine	Shovel	CAT 6060	2,256	1.00	24,850	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	187,246	5.938	442,887	14.044	7	0.000
		Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	56,689	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	56,930	1.805	4,507	0.143	7,176	0.228
		Mine	Drilling Machine	Sandvick DR 410	563	1.00	9,693	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	18,226	1.067	43,111	2.524	1	0.000
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	8,123	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	8,949	0.284	29,092	0.922	923	0.029
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	3,446	4.70E-03	1.09E-02	3.75E-04	28	3,732	0.118	8,656	0.274	297	0.009
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	12,198	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	4,321	0.137	13,174	0.418	509	0.016
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	6,099	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,780	0.056	5,428	0.172	210	0.007
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	28,716	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	264	0.008	634	0.020	17	0.001
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	8,162	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	3,182	0.101	6,891	0.219	168	0.005
		Total										284,632	9.515	554,379	18.736	9,308	0.295
	WASTE_WD1	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	6,100	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	6,126	0.194	485	0.015	772	0.024
		Mine	Wheel Loader	CAT 994	1,297	0.50	14,420	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	33,945	1.076	110,346	3.499	3,502	0.111
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	846	4.70E-03	1.09E-02	3.75E-04	28	916	0.029	2,125	0.067	73	0.002
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	8,132	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	2,881	0.091	8,783	0.278	339	0.011
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	4,066	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,187	0.038	3,619	0.115	140	0.004
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	7,049	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	65	0.002	156	0.005	4	0.000
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	2,003	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	781	0.025	1,692	0.054	41	0.001
		Total										45,901	1.455	127,204	4.034	4,872	0.154
	STOCKPILE	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	17,172	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	26	20,000	0.634	47,305	1.500	1	0.000
		Mine	Wheel Loader	CAT 994	1,297	0.50	18,896	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	44,482	1.411	144,596	4.585	4,589	0.146
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	3,527	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	28	2,951	0.094	9,592	0.304	304	0.010
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	29,395	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	35	144	0.005	438	0.014	17	0.001
	Total											67,576	2.143	201,932	6.403	4,911	0.156
	TOTAL											398,108	13.113	883,515	29.173	19,091	0.605

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: RIO TINTO Equipment Log (2022).

(2) Source: Equipment Technical Sheets.

(3) Source: National Pollutant Inventory, Emission Estimation Technique Manual for Combustion Engines (NPI, 2008).

(4) Assumes 500 ppm sulfur in diesel fuel.

Equation used (NPI, 2008):

$$E = P \times LF \times T \times EF$$

TABLE A.19 (cont.)
GASES EMISSIONS - USE OF HEAVY EQUIPMENT (VEHICLE EXHAUST)
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type ⁽¹⁾	Power P ⁽²⁾	Load factor (LF) ⁽³⁾	Total hours used ⁽¹⁾	EF - CO ⁽³⁾	EF - NO _x ⁽³⁾	EF - SO ₂ ^(3,4)	NPI Table	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions	
					kW							h-maq/year	kg/kWh	kg/kWh	kg/kWh	N°	E - kg/year
2029	PIT_OUE	Mine	Shovel	CAT 6060	2,256	1.00	30,343	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	228,635	7.250	540,784	17.148	8	0.000
		Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	62,554	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	62,820	1.992	4,973	0.158	7,918	0.251
		Mine	Drilling Machine	Sandvick DR 410	563	1.00	8,445	3.34E-03	7.90E-03	1.23E-07	42	15,880	0.930	37,560	2.199	1	0.000
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	8,123	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	8,949	0.284	29,092	0.922	923	0.029
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	5,260	4.70E-03	1.09E-02	3.75E-04	28	5,697	0.181	13,212	0.419	454	0.014
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	12,198	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	4,321	0.137	13,174	0.418	509	0.016
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	6,099	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,780	0.056	5,428	0.172	210	0.007
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	33,117	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	304	0.010	731	0.023	20	0.001
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	7,500	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	2,924	0.093	6,333	0.201	155	0.005
		Total											331,311	10.932	651,287	21.660	10,198
	WASTE_WD1	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	10,783	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	10,829	0.343	857	0.027	1,365	0.043
		Mine	Wheel Loader	CAT 992	607	0.50	2,887	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	3,180	0.101	10,338	0.328	328	0.010
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	1,869	4.70E-03	1.09E-02	3.75E-04	28	2,025	0.064	4,695	0.149	161	0.005
		Mine	Grader	CAT 16M	216	0.50	8,132	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	2,881	0.091	8,783	0.278	339	0.011
		Mine	Grader	CAT 14M	178	0.50	4,066	3.28E-03	1.00E-02	3.87E-04	29	1,187	0.038	3,619	0.115	140	0.004
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	11,769	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	108	0.003	260	0.008	7	0.000
		Mine	Compactor	CS64B	97	0.50	2,665	8.08E-03	1.75E-02	4.28E-04	34	1,039	0.033	2,250	0.071	55	0.002
		Total											21,249	0.674	30,802	0.977	2,396
	STOCKPILE	Mine	Bulldozer	CAT D11	634	0.55	21,463	2.88E-03	2.28E-04	3.63E-04	26	21,554	0.683	1,706	0.054	2,717	0.086
		Mine	Wheel Loader	CAT 994	1,297	0.50	12,179	3.63E-03	1.18E-02	3.75E-04	31	28,670	0.909	93,197	2.955	2,958	0.094
		Mine	Bulldozer	CAT 834	419	0.55	4,600	4.70E-03	1.09E-02	3.75E-04	28	4,982	0.158	11,554	0.366	397	0.013
		Mine	Light Fixtures	RL4000	6	0.25	28,962	6.16E-03	1.48E-02	3.99E-04	35	266	0.008	639	0.020	17	0.001
		Total											55,472	1.759	107,097	3.396	6,089
TOTAL												408,032	13.365	789,186	26.033	18,682	0.592

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: RIO TINTO Equipment Log (2022).

(2) Source: Equipment Technical Sheets.

(3) Source: National Pollutant Inventory, Emission Estimation Technique Manual for Combustion Engines (NPI, 2008).

(4) Assumes 500 ppm sulfur in diesel fuel.

Equation used (NPI, 2008):

$$E = P \times LF \times T \times EF$$

TABLE A.20
GASEOUS EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- CO ^(2,3)	EF- NO _x ^(2,3)	EF - SO ₂ ^(2,3)	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions	
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2023	HME2-1	PIT_OUE	STOCKPILE	47,588	1.79E+00	7.43E+00	2.97E-01	85	0.003	354	0.011	14	4.48E-04
	HME3-1			29,763				53	0.002	221	0.007	9	2.80E-04
	HME3-2			21,722				39	0.001	161	0.005	6	2.05E-04
	HME3-3			72,078				129	0.004	536	0.017	21	6.79E-04
	ROAD_CRU			65,890				118	0.004	490	0.016	20	6.21E-04
	PLANT			11,530				21	0.001	86	0.003	3	1.09E-04
	HME3-3	WASTE_WD-1	134,069	240				0.008	996	0.032	40	1.26E-03	
	HME3-2		40,405	72				0.002	300	0.010	12	3.81E-04	
	HME3-1		55,360	99				0.003	411	0.013	16	5.21E-04	
	HME2-1		88,517	158				0.005	658	0.021	26	8.34E-04	
	HME2-2		248,107	444				0.014	1,843	0.058	74	2.34E-03	
	HME2-3		362,874	650				0.021	2,696	0.085	108	3.42E-03	
	WD-1		171,572	307				0.010	1,275	0.040	51	1.62E-03	
	Total							2,416	0.077	10,027	0.318	401	1.27E-02

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors according to the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to equal PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.20 (cont.)
GASES EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- CO ^(2,3)	EF- NO _x ^(2,3)	EF - SO ₂ ^(2,3)	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions		
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	
2024	HME2-1	PIT_OUE	STOCKPILE	50,824	1.79E+00	7.43E+00	5.94E-03	91	0.003	378	0.012	0	0.000	
	HME3-1			31,787				57	0.002	236	0.007	0	0.000	
	HME3-2			23,200				42	0.001	172	0.005	0	0.000	
	HME3-3			76,979				138	0.004	572	0.018	0	0.000	
	ROAD_CRU			70,371				126	0.004	523	0.017	0	0.000	
	PLANT			12,314				22	0.001	91	0.003	0	0.000	
	HME3-3	WASTE_WD-1	153,797	275	0.009	1,143	0.036	1	0.000					
	HME3-2		46,351	83	0.003	344	0.011	0	0.000					
	HME3-1		63,507	114	0.004	472	0.015	0	0.000					
	HME2-1		101,542	182	0.006	754	0.024	1	0.000					
	HME2-2		284,615	509	0.016	2,115	0.067	2	0.000					
	HME2-3		416,269	745	0.024	3,093	0.098	2	0.000					
	WASTE-WD1	196,818	352	0.011	1,462	0.046	1	0.000						
	Total								2,736	0.087	11,356	0.360	9	0.000

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors according to the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to equal PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.20 (cont.)
GASES EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- CO ^(2,3)	EF- NO _x ^(2,3)	EF - SO ₂ ^(2,3)	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions						
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s					
2025	HME2-1	PIT_OUE	CRU1_M-1	56,282	1.79E+00	7.43E+00	5.94E-03	101	0.003	418	0.013	0	0.000					
	HME3-1			35,200				63	0.002	262	0.008	0	0.000					
	HME3-2			25,691				46	0.001	191	0.006	0	0.000					
	HME3-3			85,245				153	0.005	633	0.020	1	0.000					
	ROAD_CRU			77,927				139	0.004	579	0.018	0	0.000					
	PLANT			20,000				36	0.001	149	0.005	0	0.000					
	HME2-1		CRU1_M2	56,282				101	0.003	418	0.013	0	0.000					
	HME3-1			35,200				63	0.002	262	0.008	0	0.000					
	HME3-2			25,691				46	0.001	191	0.006	0	0.000					
	HME3-3			85,245				153	0.005	633	0.020	1	0.000					
	ROAD_CRU			77,927				139	0.004	579	0.018	0	0.000					
	PLANT			20,000				36	0.001	149	0.005	0	0.000					
	HME2-1		STOCKPILE	9,971				18	0.001	74	0.002	0	0.000					
	HME3-1			6,236				11	0.000	46	0.001	0	0.000					
	HME3-2			4,551				8	0.000	34	0.001	0	0.000					
	HME3-3			15,102				27	0.001	112	0.004	0	0.000					
	ROAD_CRU			13,806				25	0.001	103	0.003	0	0.000					
	PLANT			2,416				4	0.000	18	0.001	0	0.000					
	HME3-3		WASTE_WD-1	42,249				76	0.002	314	0.010	0	0.000					
	HME3-2			12,733				23	0.001	95	0.003	0	0.000					
	HME3-1			17,446				31	0.001	130	0.004	0	0.000					
	HME2-1			27,894				50	0.002	207	0.007	0	0.000					
	HME2-2			78,185				140	0.004	581	0.018	0	0.000					
	HME2-3			114,351				205	0.006	850	0.027	1	0.000					
	HME2-4			5,999				11	0.000	45	0.001	0	0.000					
	WASTE-WD1			54,067				97	0.003	402	0.013	0	0.000					
	PLANT		STOCKPIL E	CRU1_M-1				613	1	0.000	5	0.000	0	0.000				
	PLANT			CRU1_M-2				613	1	0.000	5	0.000	0	0.000				
	Total								1,802	0.057	7,481	0.237	6	0.000				

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors according to the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to equal PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.20 (cont.)
GASES EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- CO ^(2,3)	EF- NO _x ^(2,3)	EF - SO ₂ ^(2,3)	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions						
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s					
2026	HME2-1	PIT_OUE	CRU1_M-1	84,423	1.79E+00	7.43E+00	5.94E-03	151	0.005	627	0.020	1	0.000					
	HME3-1			52,800				95	0.003	392	0.012	0	0.000					
	HME3-2			38,536				69	0.002	286	0.009	0	0.000					
	HME3-3			127,868				229	0.007	950	0.030	1	0.000					
	ROAD_CRU			116,891				209	0.007	868	0.028	1	0.000					
	PLANT			30,000				54	0.002	223	0.007	0	0.000					
	HME2-1		CRU1_M2	84,423				151	0.005	627	0.020	1	0.000					
	HME3-1			52,800				95	0.003	392	0.012	0	0.000					
	HME3-2			38,536				69	0.002	286	0.009	0	0.000					
	HME3-3			127,868				229	0.007	950	0.030	1	0.000					
	ROAD_CRU			116,891				209	0.007	868	0.028	1	0.000					
	PLANT			30,000				54	0.002	223	0.007	0	0.000					
	HME2-1		STOCKPILE	54,217				97	0.003	403	0.013	0	0.000					
	HME3-1			33,909				61	0.002	252	0.008	0	0.000					
	HME3-2			24,749				44	0.001	184	0.006	0	0.000					
	HME3-3			82,119				147	0.005	610	0.019	0	0.000					
	ROAD_CRU			75,069				134	0.004	558	0.018	0	0.000					
	PLANT			13,136				24	0.001	98	0.003	0	0.000					
	HME3-3		WASTE_WD-1	88,320				158	0.005	656	0.021	1	0.000					
	HME3-2			26,618				48	0.002	198	0.006	0	0.000					
	HME3-1			36,470				65	0.002	271	0.009	0	0.000					
	HME2-1			58,312				104	0.003	433	0.014	0	0.000					
	HME2-2			163,445				293	0.009	1,214	0.039	1	0.000					
	HME2-3			239,050				428	0.014	1,776	0.056	1	0.000					
	WD-1			113,026				202	0.006	840	0.027	1	0.000					
	PLANT		STOCKPILE	CRU1_M-1				3,139	6	0.000	23	0.001	0	0.000				
	PLANT			CRU1_M-2				3,139	6	0.000	23	0.001	0	0.000				
	Total								3,429	0.109	14,234	0.451	11	0.000				

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors according to the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to equal PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.20 (cont.)
GASES EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- CO ^(2,3)	EF- NO _x ^(2,3)	EF - SO ₂ ^(2,3)	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions	
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2027	HME2-1	PIT_OUE	CRU1_M-1	173,727	1.79E+00	7.43E+00	5.94E-03	311	0.010	1,291	0.041	1	0.000
	HME3-1			108,653				194	0.006	807	0.026	1	0.000
	HME3-2			79,301				142	0.005	589	0.019	0	0.000
	HME3-3			263,130				471	0.015	1,955	0.062	2	0.000
	ROAD_CRU			240,540				431	0.014	1,787	0.057	1	0.000
	PLANT			61,735				111	0.004	459	0.015	0	0.000
	HME2-1		CRU1_M2	173,727				311	0.010	1,291	0.041	1	0.000
	HME3-1			108,653				194	0.006	807	0.026	1	0.000
	HME3-2			79,301				142	0.005	589	0.019	0	0.000
	HME3-3			263,130				471	0.015	1,955	0.062	2	0.000
	ROAD_CRU			240,540				431	0.014	1,787	0.057	1	0.000
	PLANT			61,735				111	0.004	459	0.015	0	0.000
	HME2-1		STOCKPILE	171,392				307	0.010	1,273	0.040	1	0.000
	HME3-1			107,192				192	0.006	796	0.025	1	0.000
	HME3-2			78,235				140	0.004	581	0.018	0	0.000
	HME3-3			259,593				465	0.015	1,929	0.061	2	0.000
	ROAD_CRU			237,307				425	0.013	1,763	0.056	1	0.000
	PLANT			41,526				74	0.002	309	0.010	0	0.000
	HME3-3		WASTE_WD-1	119,202				213	0.007	886	0.028	1	0.000
	HME3-2			35,925				64	0.002	267	0.008	0	0.000
	HME3-1			49,222				88	0.003	366	0.012	0	0.000
	HME2-1			78,701				141	0.004	585	0.019	0	0.000
	HME2-2			220,595				395	0.013	1,639	0.052	1	0.000
	HME2-3			322,636				578	0.018	2,397	0.076	2	0.000
	WD-1	STOCKPIL E	CRU1_M-1	152,546				273	0.009	1,133	0.036	1	0.000
	PLANT			7,566				14	0.000	56	0.002	0	0.000
	PLANT			7,566				14	0.000	56	0.002	0	0.000
	Total			6,701				0.212	27,813	0.882	22	0.001	

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors according to the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to equal PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.20 (cont.)
GASES EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- CO ^(2,3)	EF- NO _x ^(2,3)	EF - SO ₂ ^(2,3)	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions	
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2028	HME2-1	PIT_OUE	CRU1_M-1	168,845	1.79E+00	7.43E+00	5.94E-03	302	0.010	1,255	0.040	1	0.000
	HME3-1			105,600				189	0.006	785	0.025	1	0.000
	HME3-2			77,073				138	0.004	573	0.018	0	0.000
	HME3-3			255,736				458	0.015	1,900	0.060	2	0.000
	ROAD_CRU			233,782				418	0.013	1,737	0.055	1	0.000
	PLANT			60,000				107	0.003	446	0.014	0	0.000
	HME2-1		CRU1_M2	168,845				302	0.010	1,255	0.040	1	0.000
	HME3-1			105,600				189	0.006	785	0.025	1	0.000
	HME3-2			77,073				138	0.004	573	0.018	0	0.000
	HME3-3			255,736				458	0.015	1,900	0.060	2	0.000
	ROAD_CRU			233,782				418	0.013	1,737	0.055	1	0.000
	PLANT			60,000				107	0.003	446	0.014	0	0.000
	HME2-1		STOCKPILE	132,326				237	0.008	983	0.031	1	0.000
	HME3-1			82,760				148	0.005	615	0.019	0	0.000
	HME3-2			60,403				108	0.003	449	0.014	0	0.000
	HME3-3			200,423				359	0.011	1,489	0.047	1	0.000
	ROAD_CRU			183,217				328	0.010	1,361	0.043	1	0.000
	PLANT			32,061				57	0.002	238	0.008	0	0.000
	HME3-3		WASTE_WD-1	170,709				306	0.010	1,268	0.040	1	0.000
	HME3-2			51,448				92	0.003	382	0.012	0	0.000
	HME3-1			70,490				126	0.004	524	0.017	0	0.000
	HME2-1			112,708				202	0.006	837	0.027	1	0.000
	HME2-2			315,913				565	0.018	2,347	0.074	2	0.000
	HME2-3			462,046				827	0.026	3,433	0.109	3	0.000
	WD-1			218,461				391	0.012	1,623	0.051	1	0.000
	PLANT	STOCKPILE	CRU1_M-1	6,985	13	0.000	52	0.002	0	0.000			
	PLANT		CRU1_M-2	6,985	13	0.000	52	0.002	0	0.000			
	Total						6,997	0.222	29,044	0.921	23	0.001	

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors according to the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to equal PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.20 (cont.)
GASES EMISSIONS - VEHICLE EXHAUST BY FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Lineal source		Vehicle kilometer traveled - VKT	EF- CO ^(2,3)	EF- NO _x ^(2,3)	EF - SO ₂ ^(2,3)	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions		
		From	To	VKT/year	(g/km)	(g/km)	(g/km)	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	
2029	HME2-1	PIT_OUE	CRU1_M-1	93,957	1.79E+00	7.43E+00	5.94E-03	168	0.005	698	0.022	1	0.000	
	HME3-1			58,763				105	0.003	437	0.014	0	0.000	
	HME3-2			42,888				77	0.002	319	0.010	0	0.000	
	HME3-3			142,308				255	0.008	1,057	0.034	1	0.000	
	HME3-4			7,215				13	0.000	54	0.002	0	0.000	
	ROAD_CRU			86,438				155	0.005	642	0.020	1	0.000	
	PLANT			37,098				66	0.002	276	0.009	0	0.000	
	HME2-1		CRU1_M2	93,957				168	0.005	698	0.022	1	0.000	
	HME3-1			58,763				105	0.003	437	0.014	0	0.000	
	HME3-2			42,888				77	0.002	319	0.010	0	0.000	
	HME3-3			142,308				255	0.008	1,057	0.034	1	0.000	
	HME3-4			7,215				13	0.000	54	0.002	0	0.000	
	ROAD_CRU			86,438				155	0.005	642	0.020	1	0.000	
	PLANT			37,098				66	0.002	276	0.009	0	0.000	
	HME2-1		STOCKPILE	144,991				260	0.008	1,077	0.034	1	0.000	
	HME3-1			90,681				162	0.005	674	0.021	1	0.000	
	HME3-2			66,184				118	0.004	492	0.016	0	0.000	
	HME3-3			219,606				393	0.012	1,632	0.052	1	0.000	
	HME2-4			5,274				9	0.000	39	0.001	0	0.000	
	ROAD_CRU			126,367				226	0.007	939	0.030	1	0.000	
	PLANT			36,978				66	0.002	275	0.009	0	0.000	
	HME3-3		WASTE_WD-1	256,509				459	0.015	1,906	0.060	2	0.000	
	HME3-2			77,306				138	0.004	574	0.018	0	0.000	
	HME3-1			105,919				190	0.006	787	0.025	1	0.000	
	HME2-1			169,356				303	0.010	1,258	0.040	1	0.000	
	HME2-2			474,694				850	0.027	3,527	0.112	3	0.000	
	HME2-3			694,274				1,243	0.039	5,158	0.164	4	0.000	
	HME3-4			20,656				37	0.001	153	0.005	0	0.000	
	WD-1			386,190				691	0.022	2,869	0.091	2	0.000	
	PLANT		STOCKPIL E	CRU1_M-1				7,287	13	0.000	54	0.002	0	0.000
	PLANT			CRU1_M-2				7,287	13	0.000	54	0.002	0	0.000
	Total							6,850	0.217	28,434	0.902	23	0.001	

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: based on RIO TINTO records (2022).

(2) Source: Emission factors according to the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

(3) Total PM_{2.5} is assumed to equal PM₁₀ and total particulate matter.

TABLE A.21
GASEOUS EMISSIONS - VEHICLE FUEL CONSUMPTION
MINE SITE

Year	Code of source	Source	Machine hours ⁽¹⁾ hour-eq/year	Average speed of vehicles - L ⁽²⁾ km	Vehicle kilometer traveled - VKT km/year	Gases			CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions	
						EF- CO ⁽³⁾ g/km	EF- NO _x ⁽³⁾ g/km	EF - SO ₂ ⁽³⁾ g/km	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s	Ec - kg/year	Ec - g/s
2023 2024	CAM_INT	Bus 50 people	6,200	30.00	186,000	0.22	5.42	0.301	41	0.001	1,008	0.000	56	0.002
	CAM_INT	Fuel truck type Cat 777	12,400	20.00	248,000	0.11	3.83	0.210	26	0.001	950	0.000	52	0.002
	CAM_INT	Water truck type Cat 777	6,200	20.00	124,000	0.11	3.83	0.210	13	0.000	475	0.000	26	0.001
	CAM_INT_S	Explosive truck 20 tonnes	6,200	20.00	124,000	0.11	3.83	0.210	13	0.000	475	0.000	26	0.001
	CAM_INT_S	Explosive truck detonators	6,200	20.00	124,000	0.11	3.83	0.210	13	0.000	475	0.000	26	0.001
	CAM_INT	Type Toyota hilux	52,700	30.00	1,581,000	0.38	0.83	0.080	593	0.019	1,314	0.000	126	0.004
	CAM_INT	Type toyota Land cruiser	21,700	30.00	651,000	0.38	0.83	0.080	244	0.008	541	0.000	52	0.002
Total									944	0.03	5,238	0.00	365	0.01
2025 2026 2027 2028	CAM_INT	Bus 50 people	6,200	30.00	186,000	0.22	5.42	0.301	41	0.001	1,008	0.000	56	0.002
	CAM_INT	Fuel truck type Cat 777	12,400	20.00	248,000	0.11	3.83	0.210	26	0.001	950	0.000	52	0.002
	CAM_INT	Water truck type Cat 777	18,600	20.00	372,000	0.11	3.83	0.210	39	0.001	1,425	0.000	78	0.002
	CAM_INT_S	Explosive truck 20 tonnes	6,200	20.00	124,000	0.11	3.83	0.210	13	0.000	475	0.000	26	0.001
	CAM_INT_S	Explosive truck detonators	6,200	20.00	124,000	0.11	3.83	0.210	13	0.000	475	0.000	26	0.001
	CAM_INT	Type Toyota hilux	52,700	30.00	1,581,000	0.38	0.83	0.080	593	0.019	1,314	0.000	126	0.004
	CAM_INT	Type toyota Land cruiser	21,700	30.00	651,000	0.38	0.83	0.080	244	0.008	541	0.000	52	0.002
Total									970	0.03	6,187	0.00	417	0.01
2029	CAM_INT	Bus 50 people	6,200	30.00	186,000	0.22	5.42	0.301	41	0.001	1,008	0.000	56	0.002
	CAM_INT	Bus 20 people	6,200	30.00	186,000	0.22	5.42	0.301	41	0.001	1,008	0.000	56	0.002
	CAM_INT	Fuel truck type Cat 777	12,400	20.00	248,000	0.11	3.83	0.210	26	0.001	950	0.000	52	0.002
	CAM_INT	Water truck type Cat 777	18,600	20.00	372,000	0.11	3.83	0.210	39	0.001	1,425	0.000	78	0.002
	CAM_INT_S	Explosive truck 20 tonnes	9,300	20.00	186,000	0.11	3.83	0.210	20	0.001	712	0.000	39	0.001
	CAM_INT_S	Explosive truck detonators	6,200	20.00	124,000	0.11	3.83	0.210	13	0.000	475	0.000	26	0.001
	CAM_INT	Type Toyota hilux	52,700	30.00	1,581,000	0.38	0.83	0.080	593	0.019	1,314	0.000	126	0.004
Total									1,018	0.03	7,433	0.00	486	0.02

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

- (1) Projected hours of operation based on the number of vehicles provided by RIO TINTO (2022).
 (2) Source: RIO TINTO (September 2022).
 (3) Source: Emission factors according to the EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019.

Data:

Diesel Fuel Consumption for Heavy Duty Vehicles - FC (g/km) =	210	Source: EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidance 2019.
Diesel fuel consumption for buses - FC (g/km) =	301	Source: EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidance 2019.
Diesel fuel consumption of mining trucks - FC (g/km) =	297	Source: EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidance 2019.
Diesel fuel consumption of pickup trucks - FC (g/km) =	80	Source: EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidance 2019.

Emission factor equation (US EPA, 2006):

$$EF_{PM} = k \times \left(\frac{S}{12}\right)^{0.7} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0.2819 \times \left(\frac{365 - P}{365}\right) \times (1 - Sg)$$

$$EF = k \times \left(\frac{S}{12}\right)^{0.9} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45} \times 0.2819 \times \left(\frac{365 - P}{365}\right) \times (1 - Sg)$$

$$E = EF \times VKT$$

$$E_c = E \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

TABLE A.22
GASEOUS EMISSIONS - DIESEL GENERATORS
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type ⁽¹⁾	Power - P ⁽²⁾	Hours of operation - T ⁽¹⁾	EF - CO ⁽³⁾	EF - NO _x ⁽³⁾	EF - SO ₂ ⁽³⁾	Código NPi	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions	
					kW	hour-eq/year	kg/kWh	kg/kWh	kg/kWh		E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2023 2024	G-01	Mine	Power Generator #1	CAT DE110E2	94	8,640	4.06E-03	1.88E-02	2.14E-04	49	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005
	G-02	Mine	Power Generator #2	CAT DE110E2	94	8,640	4.06E-03	1.88E-02	2.14E-04	49	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005
	Total										6,567	0.208	30,407	0.964	346	0.011
2025 2026 2027 2028 2029	G-01	Mine	Power Generator #1	CAT DE110E2	94	8,640	4.06E-03	1.88E-02	2.14E-04	49	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005
	G-02	Mine	Power Generator #2	CAT DE110E2	94	8,640	4.06E-03	1.88E-02	2.14E-04	49	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005
	G-03	Mine	Power Generator #3	CAT DE110E2	94	8,640	4.06E-03	1.88E-02	2.14E-04	49	3,283	0.104	15,204	0.482	173	0.005
	Total										9,850	0.312	45,611	1.446	519	0.016

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Based on information provided by RIO TINTO.

(2) Source: Equipment Technical Sheets.

(3) Source: National Pollutant Inventory, Emission Estimation Technique Manual for Combustion Engines (NPI, 2008).

Data:

Load factor (L) =

1

Source: Emission estimation technique manual for Combustion engines - NPI (2008)

Equation used (NPI, 2008):

$$E = P \times LF \times T \times EF$$

TABLE A.23
PARTICULATE MATTER EMISSIONS - RAILWAY
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Tier	Stage	Activity level (hr)	Level of activity (total diesel consumption)	EF - CO ⁽³⁾	EF - NO _x ⁽³⁾	EF - SO ₂ ⁽³⁾	CO emissions		NO _x emissions		SO ₂ emissions	
						hr/year	gal/year	g/hr	g/hr	g/gal	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2025	LO	Rail	Load	2	IIIB	2,000	637,362.64	10614	42340	3.1296	21,228	0.6731	84,680	2.6852	1,995	0.0633
	VA	Rail	Trip	2	IIIB	2,756	1,051,461.99	7424	28710	3.1296	20,457	0.6487	79,112	2.5086	3,291	0.1043
	Total										41,685	1.322	163,792	5.194	5,285	0.168
2026	LO	Rail	Load	2	IIIB	3,000	956,043.96	10614	42340	3.1296	31,842	1.0097	127,020	4.0278	2,992	0.0949
	VA	Rail	Trip	2	IIIB	4,133	1,577,192.98	7424	28710	3.1296	30,686	0.9730	118,668	3.7629	4,936	0.1565
	Total										62,528	1.983	245,688	7.791	7,928	0.251
2027	LO	Rail	Load	2	IIIB	6,000	1,912,087.91	10614	42340	3.1296	63,684	2.0194	254,040	8.0556	5,984	0.1898
	VA	Rail	Trip	2	IIIB	8,267	3,154,385.96	7424	28710	3.1296	61,372	1.9461	237,336	7.5259	9,872	0.3130
	Total										125,056	3.965	491,376	15.581	15,856	0.503
2028	LO	Rail	Load	2	IIIB	6,000	1,912,087.91	10614	42340	3.1296	63,684	2.0194	254,040	8.0556	5,984	0.1898
	VA	Rail	Trip	2	IIIB	8,267	3,154,385.96	7424	28710	3.1296	61,372	1.9461	237,336	7.5259	9,872	0.3130
	Total										125,056	3.965	491,376	15.581	15,856	0.503
2029	LO	Rail	Load	2	IIIB	6,000	1,912,087.91	10614	42340	3.1296	63,684	2.0194	254,040	8.0556	5,984	0.1898
	VA	Rail	Trip	2	IIIB	8,267	3,154,385.96	7424	28710	3.1296	61,372	1.9461	237,336	7.5259	9,872	0.3130
	Total										125,056	3.965	491,376	15.581	15,856	0.503

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Source: Information provided by RIO TINTO (2022).

(2) Source: Office of Transportation and Air Quality - Emission Factors for Locomotives (EPA, 2009).

Data:

Power (HP) =	5800	Source: Based on information provided by RIO TINTO (2022).
Travel speed (km/h) =	90	Source: Based on maximum empty (100 km/h) and full (80 km/h) train speeds.
Transport per trip (t/hr) =	10000	Source: Based on information provided by RIO TINTO (2022).
Sulfur content (ppm) =	500	Source: Based on information provided by RIO TINTO (2022).
Fuel Consumption on Trip (gal/hr) =	318.7	Source: Office of Transportation and Air Quality - Emission Factors for Locomotives (EPA, 2009)
Fuel consumption under load (gal/hr) =	381.6	Source: Office of Transportation and Air Quality - Emission Factors for Locomotives (EPA, 2009)

TABLE A.24
GASESE EMISSIONS - MODULAR EXCESS AIR COMBUSTORS
MINE SITE

Year	Code of source	Zone	Source	Type of source	Amount of waste (1,2)	EF - CO ⁽³⁾	EF - NO _x ⁽³⁾	EF - SO ₂ ^(3,4)	CO emissions		NO _x emissions		PM _{2.5} emissions	
					Mg	kg/Mg	kg/Mg	kg/Mg	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s	E - kg/year	E - g/s
2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029	INC	Mine	Waste incinerator	Occasional	260	0.232	1.83	1.73	60.32	0.0019	475.8	0.0151	449.8	0.0143

Prepared by Knight Piésold Consultores, 2023.

Notes:

(1) Assumption: An electrostatic precipitator will be available.

(2) Assumption: 20% of the total waste generated per year.

(3) Source: Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1995) - Section 2.1 Refuse Combustion (USEPA, 1996).

(4) Assumption: Uncontrolled emissions.

APPENDICE B

Paramétrisations utilisées dans le modèle WRF

LAKES ENVIRONMENTAL WRF MODELING

Lakes Environmental WRF Modeling.....	1
1 Introduction.....	1
2 WRF Description	1
3 WRF Processing Specifications	2
3.1 Input of Meteorological Data	2
3.2 Nested Grids Domains	2
3.3 WRF Physics Options	3
3.4 Additional WRF Modeling Information	4
3.5 WRF Output for AERMET.....	4
3.6 WRF Output for CALMET	5
3.7 WRF Output for CALPUFF	7
4 Additional Information	7

1 Introduction

This document provides a brief description of WRF modeling at *Lakes Environmental* and the type of outputs generated. Our WRF modeling focuses on generating high resolution data with enough information to create meteorological input files for the CALPUFF and AERMOD modeling systems.

2 WRF Description

The Weather Research and Forecasting model (WRF) is a prognostic meteorology model developed in a collaborative partnership between the U.S. National Center for Atmospheric Research (NCAR), the National Centers for Environmental Prediction (NCEP), and others. The WRF model is a limited-area, non-hydrostatic, terrain-following sigma-coordinate model designed to simulate or predict mesoscale and regional-scale atmospheric circulation.

3 WRF Processing Specifications

3.1 Input of Meteorological Data

WRF does not directly use conventional meteorological data from airport reports. Instead, the model uses objective analysis of global weather reports. Objective analysis is a process of analyzing the observed data and outputting them into a regular grid. The meteorological field is “balanced” to account for the energy and momentum equations of the atmosphere. These objective analyses are products of global models, which are maintained by national weather centers or federal agencies such as UKMO (United Kingdom Meteorological Office) or US NCEP.

Lakes Environmental uses input data from one of two sources for input into WRF:

1. The NCEP Global Forecast System (GFS) 0.5-degree resolution data (approximately 50-km resolution). GFS 0.5-deg data is given every 6 hours at 00, 06, 12, and 18Z.
2. The NCEP North American Mesoscale Forecast System (NAM) 12-kilometer resolution data. NAM 12-km data is given every 6 hours at 00, 06, 12, and 18Z.

3.2 Nested Grids Domains

WRF uses a nested grid approach allowing an area of interest to be modeled without the penalty of excessive run times created by having a fine grid over the entire modeling domain. Depending on the application, Lakes Environmental employs 12-km, 4-km, 3-km or 1-km grid spacing at the highest resolution (inner grid).

3.3 WRF Physics Options

The WRF model provides many modeling options which can greatly affect the final output. In Table 3 below, we have listed the default physics options used for the WRF processing. These options can be customized at the customer's request.

Table 3. Physics Options Used for WRF Modeling

WRF Physics Options		
#	Type	Options Used
1	Microphysics	WRF Single-moment 3-class scheme mp_physics = 3
2	Long-wave Radiation	RRTMG Longwave scheme ra_lw_physics = 4
3	Short-wave Radiation	RRTMG Shortwave scheme ra_sw_physics = 4
4	Surface Layer	Revised MM5 scheme sf_sfclay_physics = 1
5	Land Surface	Unified Noah Land Surface model sf_surface_physics = 2
6	Planetary Boundary Layer	Yonsei University (YSU) scheme bl_pbl_physics = 1
7	Cumulus parameterization	Kain-Fritsch (grid size > 10km only) cu_physics = 1

See link below to the UCAR web site for descriptions and references of WRF physics options:

https://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/physics/phys_references.html

3.4 Additional WRF Modeling Information

The information below describes other modeling parameters taken into account for *Lakes Environmental* WRF processing:

- WRF-ARW and WPS models Version 4.0 or 4.2
- Map projection in Lambert Conformal Conic (LCC)
- 35 ETA vertical pressure levels
- MODIS 21 land use category data

A spin up time of 6 hours for each daily run was used. This means that every 24-hour run was composed of 30 hours where the 6 preceding hours are used for proper daily initialization. The initialization process discards these 6 initial hours which are not saved in the output as part of the meteorological modeling run.

3.5 WRF Output for AERMET

The US EPA Mesoscale Model Interface Program (MMIF) is a tool that retrieves data from NCAR's WRF-ARW model output in netCDF format and generates surface and upper air data files that can be used by the US EPA AERMET model (meteorological pre-processor for the US EPA AERMOD air dispersion model).

Data for use in AERMET/AERMOD are extracted from the innermost domain for the center of the grid cell closest to the user-defined latitude/longitude coordinate. Outer domains are used only to provide information to the innermost domain.

The most recent version of the MMIF program published on the US EPA website is used, and MMIF settings employed are based on guidance from the US EPA ("Guidance on the Use of the Mesoscale Model Interface Program (MMIF) for AERMOD Applications", US EPA).

Table 4 contains a description of the files that were generated by the MMIF program where METxxxxxx is the order number, yyyy is the starting year, and zzzz is the ending year.

Table 4. AERMET Files Generated by MMIF

#	File Name	Description
1	METxxxxxx_AERMET_yyyy-zzzz.IN1	AERMET Stage 1 Input File
2	METxxxxxx_AERMET_yyyy-zzzz.IN2	AERMET Stage 2 Input File
3	METxxxxxx_AERMET_yyyy-zzzz.IN3	AERMET Stage 3 Input File
4	METxxxxxx_AERMET_yyyy-zzzz.DAT	Onsite Surface Met File
5	METxxxxxx_AERMET_yyyy-zzzz.FSL	FSL Upper Air Met File

3.6 WRF Output for CALMET

CALWRF is a tool that retrieves data from NCAR's WRF-ARW model output in netCDF format and creates a 3D.DAT file suitable for input into the CALMET model. The CALWRF output forms a grid covering the requested modeling domain with the requested resolution of either 1 km, 4 km, or 12 km. CALMET is a 3-D diagnostic meteorological pre-processor for CALPUFF model. CALPUFF is an advanced non-steady-state air quality dispersion model. CALWRF, CALMET, and CALPUFF are from Exponent. See below additional information on the CALWRF executable currently in use at Lakes Environmental:

- CALWRF.EXE, Version 2.0.1, Level 130418
- Generates 3D.DAT file in Version 2.1 format

The output from CALWRF is an ASCII file, known as the 3D.DAT format, which contains output variables for each hour, for each pressure level, and for each grid cell. Table 5 below describes the output variables.

Table 5. Variables Available in 3D.DAT File

#	Parameter	Units
1	Pressure	(mb)
2	Elevation	(m above mean sea level)
3	Temperature	(K)
4	Wind direction	(deg)
5	Wind speed	(m/s)
6	Vertical wind velocity	(m/s)
7	Relative humidity	(%)
8	Vapor mixing ratio	(g/kg)
9	Cloud mixing ratio	(g/kg)
10	Rain mixing ratio	(g/kg)

In addition, Table 6 describes the surface variables reported for each hour and each grid cell under the 3D.DAT file.

Table 6. Surface Variables Available in 3D.DAT File

#	Parameter	Units
1	Sea level pressure	(hPa)
2	Total rainfall accumulated for the past hour	(cm)
3	Snow cover indicator	-
4	Short wave radiation at the surface	(W / m ²)
5	Long wave radiation at the top	(W / m ²)
6	Air temperature at 2 m	(K)
7	Specific humidity at 2 m	(g/kg)
8	Wind direction of 10 m wind	(deg)
9	Wind speed of 10 m wind	(m/s)
10	Sea surface temperature	(K)

3.7 WRF Output for CALPUFF

In addition to AERMET output described in Section 3.5, MMIF also converts prognostic meteorological model output fields for direct input into the CALPUFF model bypassing the CALMET model entirely. Output can be processed for use in either CALPUFF version 5.8.x or CALPUFF version 6 / 7. MMIF generates three sets of files:

- **Projection File:** This file contains information on the domain, projection, and met grid to be used in the CALPUFF project.
- **Terrain Grid File:** This is a gridded file containing terrain elevations (from mean sea level) to be used in the extraction of base elevations for sources and receptors in the CALPUFF project.
- **CALPUFF-Ready Meteorological Data Files:** The meteorological data to be input to CALPUFF.

4 Additional Information

If you require any further information, please contact us at support@webLakes.com. When contacting us, please provide the met data order number.

For more information about the WRF meteorological model, please visit the sites below:

WRF Model: <https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model>

WRF ARW User's Page: <https://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/>